COMUNE DI BOLANO

PROVINCIA DI LA SPEZIA

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

VERIFICA DI ASSOGGETTIBILITA' A VIA

INTERVENTO DI SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL CANALE VILLA NEL TRATTO COMPRESO TRA IL PONTE SU VIA PICARDA E LA PASSERELLA PEDONALE DI P.ZZA DELLE CORRIERE A CEPARANA

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE



COD. ELABORATO

SARTO100

PROGETTISTA

Dott. Ing. Giuseppe CERVAROLO (CSP)

www.ingegnere-cervarolo.it

ORDINE INGEGNERI COSENZA Sezione Ingegnere CERVAROLO GIUSEPPE

Firmato digitalmente da
GIUSEPPE CERVAROLO
CN = CERVAROLO GIUSEPPE
e-mail = ing.cervarolo@libero.it
C = IT

R.U.P.

Geom. Lorenzo Bragazzi

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ESEGUITO
A	FEBBRAIO 2022	EMISSIONE STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE	Ing. Cervarolo
B			
C			
D			



Comune di

Bolano

Provincia di La Spezia

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

"Intervento di sistemazione idraulica del canale villa nel tratto compreso tra il ponte su via Picarda e la passerella pedonale di p.zza delle Corriere a Ceparana"

VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' A VIA

Sommario

Introduzione 2
Quadro progettuale 3
Normativa di riferimento per la valutazione di impatto ambientale 6
Compatibilità dell'intervento con le pianificazioni territoriali ed urbanistiche 13
Quadro ambientale 23
Caratteristiche geografiche e morfologiche dell'area 24
Caratteristiche climatologiche, metereologiche e qualità dell'aria 24
Individuazione degli impatti 25
Metodologia quali-quantitativo degli impatti 28
Analisi dello stato di fatto 34
Aspetti naturalistici 57
Reti ecologiche e sistemi agroforestali 63
Il sistema delle risorse ambientali 68
Rifiuti: Terre e Rocce da scavo 83
Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F) 85
Indice IQH - qualità degli habitat fluviali 92
Valutazione dell'Indice di Qualità dell'habitat nel Canale Villa 143
Indice IQM - qualità morfologica dei corsi d'acqua 147
Valutazione dell'indice di qualità morfologica IQM del Canale Villa 210
Previsioni degli effetti dell'intervento 215
Simulazione dello stato dei luoghi a seguito della realizzazione del progetto 218
Risultati degli impatti 220

Introduzione

La presente relazione si propone di descrivere gli interventi finalizzati alla messa in sicurezza idraulica del torrente Villa per il tratto compreso tra l'attraversamento in loc. Picarda e la passerella pedonale in Piazza delle Corriere nella frazione Ceparana del Comune di Bolano, in relazione agli stati di attuazione degli strumenti di pianificazione esistenti e, di analizzarne altresì, la conformità ai vincoli legislativi e alle componenti ambientali agenti sul territorio in esame.

Le scelte progettuali adottate si inquadrano in un'ottica di minimizzazione degli impatti sull'ambiente e sugli ecosistemi.

Le componenti ed i fattori ambientali presi in considerazione nonché i conseguenti impatti sul territorio in esame riguarderanno in particolare:

- **La fisiografia del territorio:** intesa come caratterizzazione geologica, geomorfologica, idrologica e geotecnica;
- **Le acque sotterranee e superficiali:** intese come componenti, ambienti e risorse;
- **La flora, la fauna ripariale ed acquatica:** intese come formazioni vegetali, associazioni di animali, specie protette ed equilibri;
- **Il paesaggio:** inteso come l'insieme degli aspetti morfologici e culturali;
- **Il rumore**: inteso come caratterizzazione delle modifiche introdotte dall'opera.

La valutazione della compatibilità ambientale sarà articolata secondo il seguente schema:

- ✓ *Quadro progettuale*, caratterizzazione dei manufatti in progetto;
- ✓ *Quadro programmatico*, analisi della conformità dell'opera con i vincoli ed i piani di indirizzo del territorio;
- ✓ *Quadro ambientale*, analisi dello stato di fatto delle matrici;
- ✓ *Effetti dell'opera sull'ambiente*, descrizione dei prevedibili effetti positivi e negativi, diretti e indiretti,a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, connesse alla realizzazione del progetto, tenendo conto delle fasi di cantiere e di esercizio dell'opera.

Quadro progettuale

Gli interventi previsti sono indirizzati alla sistemazione e protezione dell'alveo e alla demolizione e ricostruzione di ponti. Tali modifiche sono state calibrate in risposta alle criticità evidenziate dai modelli idraulici relativi alle condizioni di stato attuale. E' necessario procedere alla sistemazione idraulica del tratto terminale del Canale Villa a causa di sezioni di deflusso insufficienti che portano la classificazione della zona in aree a pericolosità da media ad elevata. Gli interventi che porteranno alla riduzione del rischio gravante sull'area consistono nella risagomatura e stabilizzazione dell'alveo ed alla demolizione e ricostruzione di alcuni attraversamenti carrabili. Il bacino del fiume in questione sottende un'area che si forma nella zona collinare del Comune di Bolano attraversandone i versanti fino a giungere sul fondovalle fortemente antropizzato della località di Ceparana per poi immettersi in sponda destra nel Fiume Magra. Il presente capitolo illustra le soluzioni progettuali relative agli interventi previsti nel progetto definitivo per la sistemazione idraulica del canale Villa posto tra il ponte su Via Picarda e la passerella pedonale di Piazza delle Corriere a Ceparana.

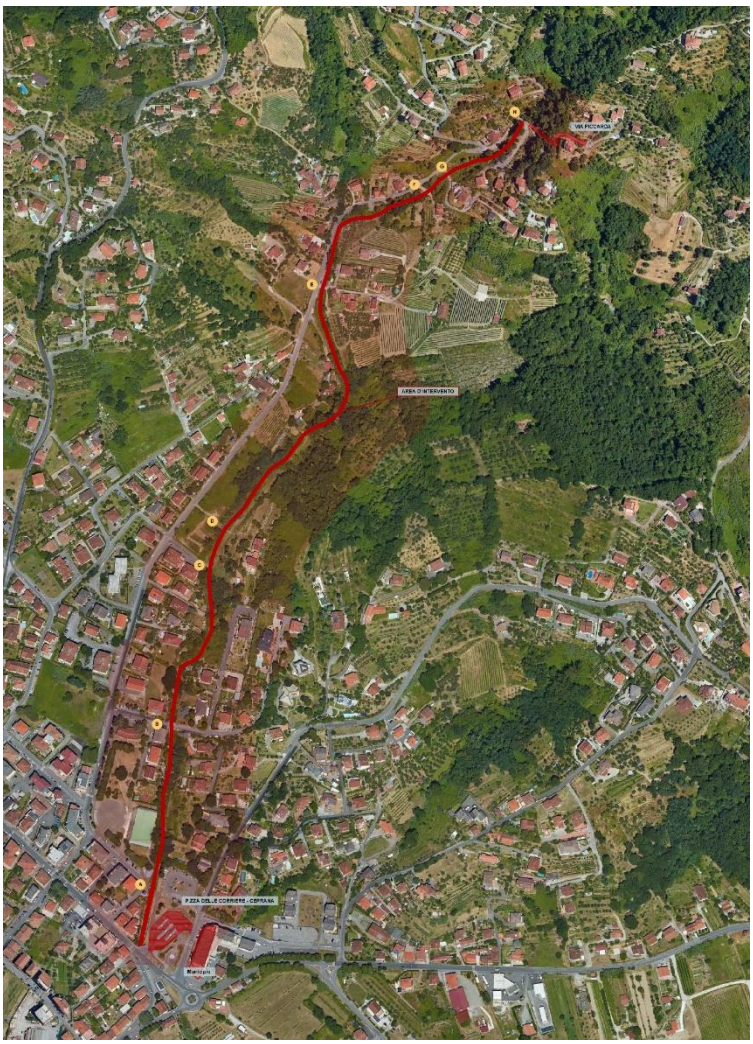


FIGURA 1 - INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

Sulla base delle considerazioni fatte in precedenza, si procederà su due linee:

A. Sistemazione e protezione dell'alveo;

B. Demolizione e ricostruzione di ponti.

Per quanto riguarda la sistemazione e protezione dell'alveo si procederà alla risagomatura del canale Villa, prevedendo quattro diversi interventi:

- **INTERVENTO 1**

Rifacimento delle sponde tramite la realizzazione di muri con massi cementati di categoria III e II e altezza idonea all'andamento del fondo dell'alveo.

- **INTERVENTO 2**

Rifacimento delle sponde tramite la realizzazione di muri in cemento armato di altezza e spessore idonei all'andamento del fondo dell'alveo.

- **INTERVENTO 3**

Risagomatura del fondo dell'alveo tramite la realizzazione di un fondo in massi **non cementati** di categoria III e II.

- **INTERVENTO 4**

Risagomatura del fondo dell'alveo in terra.

Per quanto riguarda gli interventi di demolizione e ricostruzione dei ponti si procederà alla demolizione di alcuni ponti posti lungo il percorso del Canale Villa, a causa del loro stato di degrado architettonico e non adeguati sismicamente in maniera opportuna.

La scelta di demolire e ricostruire i ponti in oggetto, è stata fatta in seguito ad una valutazione economicamente più vantaggiosa, in quanto risultava meno dispendioso ricostruirli piuttosto che adeguarli e risanarli a livello architettonico e sismico. Per tanto, si procederà alla realizzazione dei medesimi attraversamenti carrabili in c.a.

I ponti in questione sono:

1) Ponte in Via Picarda;

2) Attraversamento località Villa 2;

3) Attraversamento località Villa;

4) Ponte in Via Garibaldi.

Si realizzerà, inoltre, un nuovo Ponte posto in corrispondenza di Via Bersaglione, realizzato in c.a. Gli altri ponti presenti lungo il canale in oggetto, ovvero la passerella Pedonale P.zza delle Corriere e l'attraversamento in corrispondenza di Via Dante Alighieri, non saranno interessati da alcun intervento in quanto garantiscono un livello di officiosità idraulica adeguato.

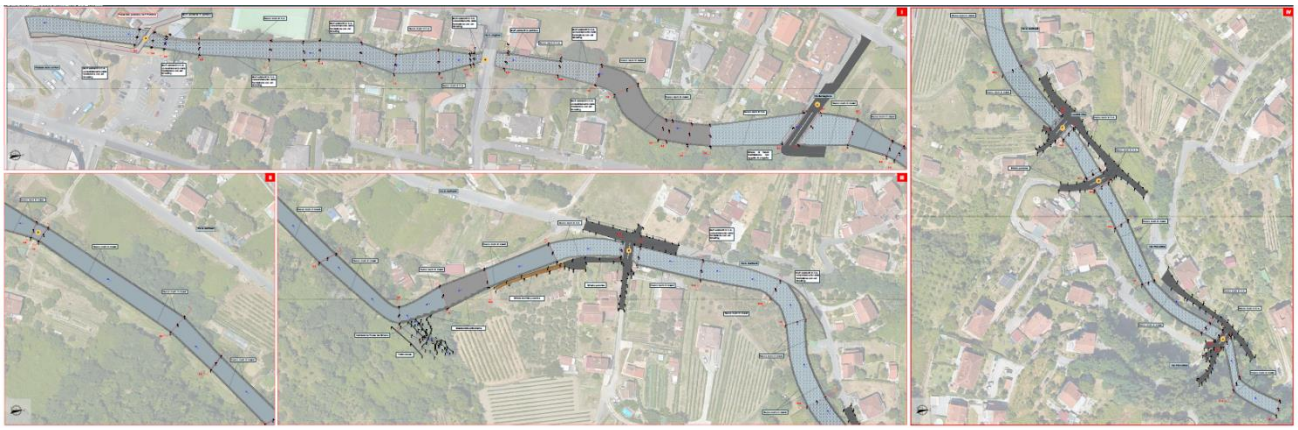


FIGURA 2 - PLANIMETRIA DI PROGETTO

Normativa di riferimento per la valutazione di impatto ambientale

La Valutazione di impatto ambientale - VIA è lo strumento utile a tenere conto all'interno dei processi decisionali delle eventuali ripercussioni sull'ambiente derivanti dalla realizzazione di opere e impianti. Gli effetti di un progetto sull'ambiente devono essere valutati per proteggere la salute umana, contribuire con un migliore ambiente alla qualità della vita, provvedere al mantenimento della varietà delle specie e conservare la capacità di riproduzione dell'ecosistema in quanto risorsa essenziale di vita.

Normativa Europea

La Valutazione di Impatto Ambientale in Europa è stata introdotta con la direttiva 337/85/CEE del 27 giugno 1985, concernente la valutazione di impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati. Tale direttiva è stata in seguito modificata con l'emanazione della direttiva 97/11/CE del 3 marzo 1997 che ha sostanzialmente ampliato gli elenchi dei progetti da sottoporre a VIA.

Con direttiva 2003/35/CE, la Comunità Europea ha modificato le precedenti direttive introducendo obblighi minimi che gli stati membri dovranno disciplinare con precisione, a favore della partecipazione del pubblico nelle procedure di elaborazione ed approvazione dei piani e programmi a rilevanza ambientale.

- Direttiva 2014/52/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 aprile 2014
- Modifica della direttiva 2011/92/UE concernente la valutazione d'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati
- Gazzetta ufficiale legge n.124 del 25 aprile 2014
- Direttiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 13 dicembre 2011
- Direttiva concernente la valutazione d'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati
- Gazzetta ufficiale legge n.26 del 28 gennaio 2012
- Direttiva 2001/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 giugno 2001

- Direttiva concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente
- Gazzetta ufficiale legge n.197 del 21 luglio 2001
- Direttiva 97/11/CE del Consiglio del 3 marzo 1997
- Direttiva che modifica la direttiva 85/337/CEE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati
- Gazzetta ufficiale legge n.73 del 14 marzo 1997
- Direttiva 85/337/CEE del Consiglio del 27 giugno 1985
- Direttiva concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati
- Gazzetta ufficiale legge n.175 del 5 luglio 1985

Normativa Nazionale

I principali recepimenti, a livello Nazionale, delle Direttive Europee risalgono al 1994, in particolare con l'attuazione dell'art.40 della L. n.146 del 22 febbraio 1994 "Disposizioni per l'adempimento degli obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alla Comunità Europea – Legge comunitaria 1993", concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto relative ai progetti dell'allegato II della Direttiva del 1985.

Due anni dopo entra in vigore l'Atto di Indirizzo e Coordinamento D.P.R. 12 aprile 1996 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art.40 comma 1 della Legge n.146 del 22 febbraio 1994 concernente disposizioni in materia di impatto ambientale", che attribuisce alle Regioni ed alle Province autonome la competenza per l'applicazione della procedura di VIA ai progetti inclusi nell'All. II della Direttiva 85/337/CEE.

Tale Decreto è stato poi modificato ed integrato mediante il D.P.C.M. del 3 settembre 1999 "Atto di indirizzo e coordinamento che modifica ed integra il precedente atto di indirizzo e coordinamento

per l'attuazione dell'art.40 comma 1 della Legge n.146 del 22 febbraio 1994 concernente disposizioni in materia di impatto ambientale. G.U. n.302 del 27 dicembre 1999".

Di seguito si riporta una breve rassegna normativa relativa alla Valutazione di Impatto Ambientale e agli argomenti ad essa correlati:

- Legge 8 luglio 1986 n. 349: è la Legge di istituzione del Ministero dell'Ambiente e norme in materia di danno ambientale"; in particolare l'art.6 riguarda la VIA;
- Legge 11 marzo 1988 n. 67: è la Legge finanziaria 1988 che all'art. 18 comma 5 istituisce la Commissione VIA;
- DPCM 10 agosto 1988 n. 377: regolamenta le pronunce di compatibilità ambientale;
- DPCM 27 dicembre 1988: definisce le norme tecniche per la redazione degli studi di impatto e per il giudizio di compatibilità ambientale;
- Circolare Ministero dell'Ambiente dell'11 agosto 1989: è relativa alla pubblicità degli atti;
- D.P.R. 5 ottobre 1991 n. 460: modifica il D.P.C.M. 377/1988;
- D.P.R. 27 aprile 1992: integra il D.P.C.M. 377/1988;
- Legge 11 febbraio 1994 n. 109: l'art.16 individua il progetto definitivo come il livello di progettazione da sottoporre a V.I.A.;
- Legge 11 febbraio 1994 n. 146: è la legge comunitaria del 1193; l'art.40 riguarda la V.I.A.;
- Circolare Ministero Ambiente 15 febbraio 1996: è relativa alla pubblicità degli atti;
- D.P.R. 12 aprile 1996: è l'Atto di indirizzo e coordinamento nei confronti delle Regioni in materia di V.I.A., in
- applicazione della Legge 146/94 art.40;
- Circolare Ministero Ambiente 7 ottobre 1996, n. GAB/96/15203: "Procedure di valutazione di impatto
- ambientale";
- Circolare Ministero Ambiente 8 ottobre 1996, n. GAB/96/15326: "Principi e criteri di massima della valutazione di impatto ambientale";

- D.P.R. 11 febbraio 1998: integra il D.P.C.M. 377/88;
- D.Lgs. 31 marzo 1998 n. 112: gli artt. 34 e 71 riguardano il conferimento alle Regioni delle funzioni in materia di V.I.A.;
- D.P.R. 2 settembre 1999 n. 348: regolamenta gli studi di impatto per alcune categorie di opere ad integrazione del D.P.C.M. 27 dicembre 1988;
- D.P.C.M. 3 settembre 1999: modifica ed integra il D.P.R. 12 aprile 1996;
- D.P.C.M. 1 settembre 2000: modifica ed integra il D.P.R. 12 aprile 1996;
- Decreto 1 aprile 2004: linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale;
- Legge 18 aprile 2005 n. 62: "Disposizioni per l'adempimento degli obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alla Comunità europea. Legge comunitaria 2004"; in particolare l'art.19 "Delega al Governo per il recepimento della Direttiva 2001/42/CE, concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente" e l'art.30 "Recepimento dell'art.5 prf.2 della Direttiva 85/337/CE del Consiglio in materia di valutazione di impatto ambientale";
- D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152: "Norme in materia ambientale"; in particolare la Parte II "Procedure per la Valutazione Ambientale Strategica (VAS), per la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e per l'Autorizzazione Ambientale Integrata (IPPC)"; - D.P.C.M. 7 marzo 2007: "Modifiche al D.P.C.M. 3 settembre 1999;
- D.Lgs. 16 gennaio 2008 n. 4: "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs. 152/06";
- D.Lgs. 29 giugno 2010 n. 128: "Modifiche ed integrazioni al D.Lgs. 152/06".

In particolare, nel D. Lgs 152/2006 sono confluite le fondamentali disposizioni in materia ambientale, ognuna delle quali inerente un preciso ambito d'interesse e riorganizzate in:

- una Parte I che detta Disposizioni comuni e norme di principio cui il testo attiene;
- una Parte II inerente le Procedure per la Valutazione ambientale strategica (VAS), per la valutazione d'impatto ambientale (VIA) e per l'autorizzazione ambientale integrata (IPPC);
- una Parte III sulle Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela

delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche;

- una Parte IV recante Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati;
- una Parte V sulle Norme in materia di tutela dell'aria e riduzione delle emissioni in atmosfera;
- una Parte VI recante Norme in materia di tutela risarcitoria contro i danni all'ambiente.

Si riportano di seguito, sinteticamente, le principali novità introdotte dal D.Lgs in questione rispetto ai vari temi ambientali:

Valutazione di Impatto Ambientale, Valutazione Ambientale Strategica, Autorizzazione Unica.

Il D.Lgs. 152/2006 traduce in un unico "corpus" le previgenti norme sulla valutazione d'impatto ambientale, eliminando (tramite esplicita abrogazione) i diversi provvedimenti nazionali nei quali si è fino ad oggi polverizzata l'attuazione delle disposizioni comunitarie. Il D.Lgs 152/2006, in particolare, recepisce il contenuto delle direttive 2001/42/Ce (sulla valutazione degli effetti di determinati piani e progetti sull'ambiente) e 85/337/Cee (sulla "Via", come modificata dagli omonimi provvedimenti 97/11/Ce e 2003/35/Ce) e prevede un coordinamento con la normativa "Ippc".

Difesa del suolo e tutela delle acque

Il D.Lgs. 152/2006 abroga la preesistente "legge quadro" sulle acque (il D.Lgs 152/1999) e recepisce la direttiva 2000/60/Ce sulla qualità delle risorse idriche. In materia di tutela del suolo, invece, il D.Lgs 152/2006 riorganizza e coordina le previgenti norme

Rifiuti e bonifiche

Il D.Lgs. 152/2006 abroga il D.Lgs. 22/1997 ("Decreto Ronchi") e l'articolo 14 del D.L. 138/2002 recante l'interpretazione autentica della definizione di "rifiuto" censurata dalla Corte europea di Giustizia. Riscrivendo la gestione dei rifiuti, introduce la nozione di "sottoprodotti", intesi come i prodotti dell'attività dell'impresa che, pur non essendo oggetto di attività principale, scaturiscono dal processo e sono destinati ad ulteriore impiego e consumo. Se trattati secondo determinate condizioni, i sottoprodotti possono essere gestiti come beni e non come rifiuti.

Tutela dell'aria

Il D.Lgs 152/2006 riscrive le regole relative ad emissioni di impianti industriali e termici civili, composti organici volatili ("Cov") e carburanti. E' prevista la progressiva dismissione (con un regime transitorio che interessa gli impianti già in funzione) del D.P.R. 24 maggio 1988, n. 203 e provvedimenti satellite.

Danno ambientale

Il D.Lgs 152/2006 abroga l'articolo 18 della legge 349/1986 (previgente norma di riferimento in materia di risarcimento dei danni all'ambiente) e reca una nuova disciplina impostata sul recepimento della direttiva 2004/35/Ce sulla responsabilità ambientale.

Normativa Regionale

In adeguamento alla norma statale, la Regione Liguria ha emanato la legge regionale n.29 del 28 dicembre 2017, che, all'art.17, comma 4, conferma la Regione (settore VIA e sviluppo sostenibile) quale autorità competente in materia di VIA per l'ambito regionale.

La Giunta regionale ha inoltre adottato gli indirizzi applicativi/organizzativi con la delibera della Giunta regionale n.107 del 2018.

- **Delibera della Giunta regionale n.1073 del 9 dicembre 2019**

  Atto di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni in materia di Via ex delibera della Giunta regionale n.107 del 21 febbraio 2018. Approvazione modifiche.

- **Delibera della Giunta regionale n.107 del 21 febbraio 2018**

  Art. 17 comma 5, legge regionale n.29 del 28 dicembre 2017: Atto di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni in materia di VIA.

  Bollettino Ufficiale n.11 del 14 marzo 2018

- **Legge regionale n.29 del 28 dicembre 2017, articolo 17**

  Disposizioni di adeguamento della disciplina in materia di valutazione di impatto ambientale Bollettino Ufficiale n.18 del 29 dicembre 2017

Il campo di applicazione della VIA è definito dall'art. 6 del decreto legislativo n.152 del 2006 e successive modifiche e integrazioni. I procedimenti di competenza regionale riguardano i progetti indicati negli allegati III e IV della parte seconda del decreto legislativo n.152 del 2006 e in particolare:

- la verifica di assoggettabilità alla VIA regolata dall'art.19 – attraverso cui viene valutato se un progetto determina potenziali impatti ambientali significativi e negativi e deve essere quindi sottoposto al procedimento di VIA;
- la fase di confronto con l'autorità competente volta a definire la portata e il livello di dettaglio delle informazioni necessarie per la redazione dello Studio di Impatto Ambientale (SIA – art. 20), attivabile facoltativamente dal proponente;
- la fase di definizione dei contenuti dello Sia (Studio d'impatto ambientale), detto anche scoping (art. 21) attivabile facoltativamente dal proponente;
- il Procedimento autorizzatorio unico regionale (art. 27-bis) che comprende l'espressione del parere di Via regionale (artt. 23, 24, 24-bis, 25, 26), quale pronuncia propedeutica al rilascio del provvedimento finale;
- la valutazione preliminare di modifiche, estensioni o adeguamenti tecnici finalizzati a migliorare il rendimento e le prestazioni ambientali di progetti o impianti esistenti elencati negli allegati III e IV (art.6, c.9), che il proponente ha la facoltà di richiedere all'autorità competente per individuare l'eventuale necessità di avviare un procedimento valutativo.

Compatibilità dell'intervento con le pianificazioni territoriali ed urbanistiche

Negli ultimi anni, una maggiore coscienza ambientale ha prevalso sempre più sulla logica utilitaristica di sfruttamento dell'ambiente, affermando il principio di uno sviluppo sostenibile basato essenzialmente sul rispetto dell'ambiente.

Lo studio si prefigge di verificare, a priori, la compatibilità delle opere progettate con la necessità di tutela dei valori ambientali, secondo quanto previsto dalle Direttive 337/85 che, tra l'altro, istituisce la Valutazione di Impatto Ambientale quale strumento operativo per garantire una costante armonia tra sviluppo ed esigenze dell'ambiente, mediante la valutazione preventiva degli effetti derivanti dalla realizzazione di Piani e Progetti sull'ambiente stesso.

Si tratta, in effetti, di individuare il fattore di impatto ambientale inteso come qualsiasi modifica ambientale, positiva o negativa, derivante dalle attività antropiche che si svolgono sul territorio affermando di fatto il concetto di valutare anche gli impatti positivi in quanto è incontrovertibile che la realizzazione di tali opere produrrà effetti positivi sull'ambiente nel suo complesso.

Al fine di realizzare un'analisi dettagliata dell'intervento in riferimento agli assetti complessivi dell'ambiente vengono di seguito analizzati i diversi strumenti di pianificazioni quali:

- **Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP);**
- **Il Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico della Liguria (PTCP);**
- **Il Piano Urbanistico Comunale (PUC);**
- **Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)**
- **Il Piano di Bacino Stralcio per la tutela dell'Assetto Idrogeologico**

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) è lo strumento con il quale la collettività provinciale, attraverso le istituzioni rappresentative che hanno partecipato alla sua formazione, si impegna a perseguire lo sviluppo del proprio territorio in forme ambientalmente responsabili e socialmente eque.

Il PTCP della Provincia di La Spezia ex art. 4 della Legge Urbanistica Regionale 4 Settembre 1997 n°36 e successivamente modificato, è stato approvato, in via definitiva, con Deliberazione del Consiglio provinciale n°127 in data 12.VII.2005 e, rappresenta lo strumento di raccordo delle politiche settoriali di competenza provinciale; indirizzando e coordinando la pianificazione urbanistica comunale.

Analizzando l'estratto di tavola (TAV1A-Determinazioni della Pianificazione) osserviamo che l'area interessata dal progetto non ricade in aree protette e con criticità ambientali.

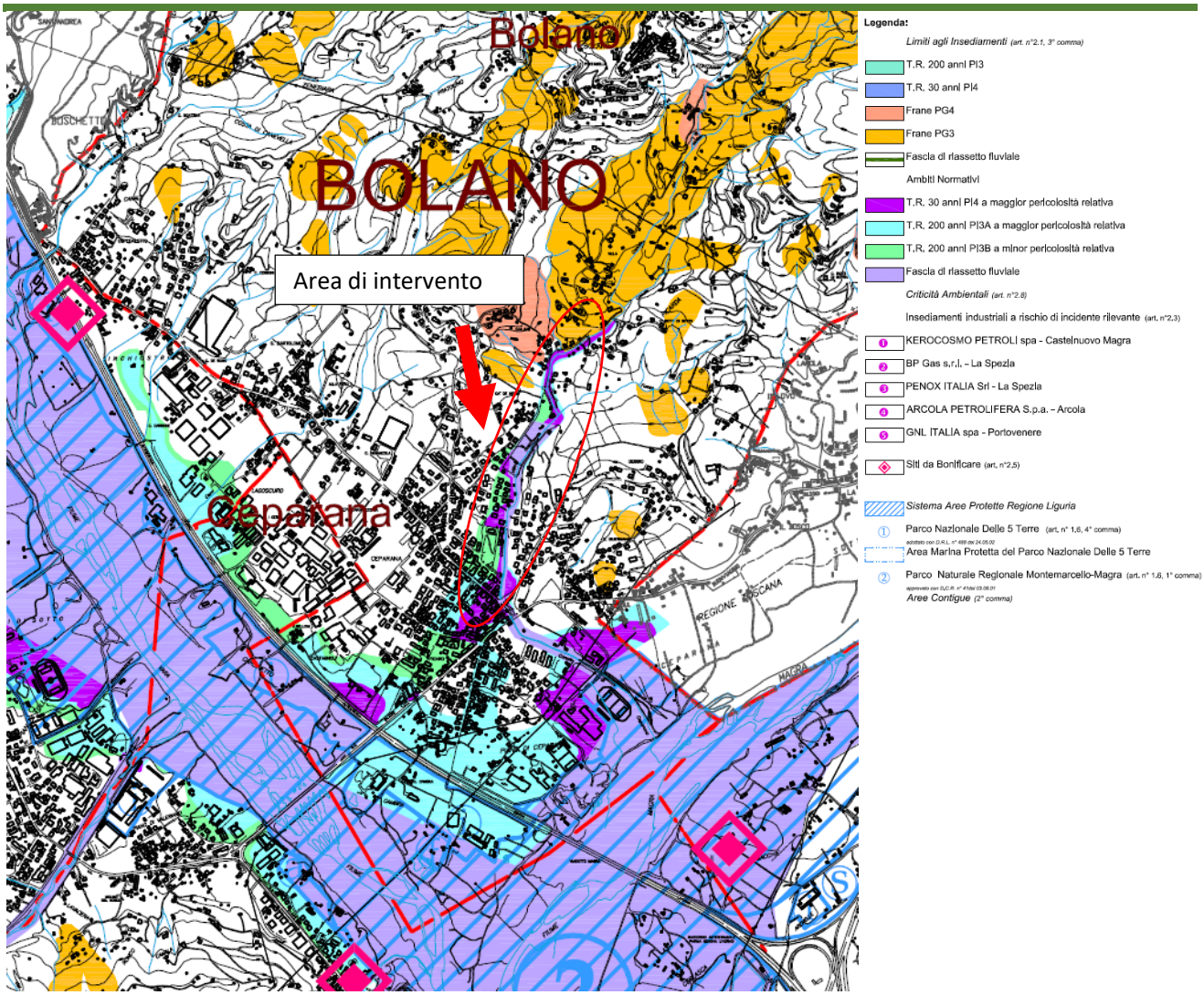


FIGURA 3 - ESTRATTO TAVOLA TAV1A DETERMINAZIONI DELLA PIANIFICAZIONE

Il Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico della Liguria (PTCP)

Il P.T.C.P. definisce una disciplina valida per l'intero territorio regionale e applicabile in ogni parte di questo, a prescindere dalla sussistenza di vincoli ai sensi della Legge 1497.

Dicendo che il Piano è esteso all'intero territorio, non si intende affermare che questo sia tutto "vincolato", bensì che il P.T.C.P. riconsidera l'intera problematica delle aree vincolate e si propone di costituire un quadro organico e unitario delle salvaguardie ambientali.

La distinzione tra aree "vincolate" e non, irrilevante ai fini del contenuto e dell'efficacia della disciplina stabilita dal P.T.C.P., resta invece rilevante per quanto attiene le procedure di autorizzazione degli interventi. La normativa del P.T.C.P. si articola a questo riguardo in tre parti, tra loro coordinate: la normativa urbanistico-edilizia, quella relativa alla vegetazione e quella che tratta gli aspetti dell'idrografia e della geomorfologia. Ogni parte del territorio è pertanto normata distintamente sotto questi tre profili, che sono indicati rispettivamente, negli elaborati di Piano, come "assetto insediativo", "assetto vegetazionale", "assetto geomorfologico".

Più specificamente:

- le indicazioni relative all'assetto insediativo valgono nei confronti degli interventi edilizi o assimilabili, quali la costruzione o la ristrutturazione di edifici di ogni genere e destinazione e di manufatti e impianti di qualsivoglia natura e destinatone, nonché delle relative opere complementari, salvo quanto detto al punto successivo;

- le indicazioni relative all'assetto geomorfologico disciplinano le opere idrauliche e marittime, l'apertura e la sistemazione di cave e discariche, gli interventi di consolidamento dei pendii e in generale quelle opere che determinano profonde ed estese alterazioni del quadro morfologico e idraulico;

- le indicazioni relative all'assetto vegetazionale disciplinano gli interventi di forestazione e quelli che hanno per oggetto lo sfruttamento economico e/o il miglioramento qualitativo dei boschi e delle praterie.

Il Piano Urbanistico Comunale (PUC)

Le aree interessate dal progetto ricadono ad oggi in:

- ✓ alveo del torrente Villa (art. 28)
- ✓ Servizi ed attrezzature di interesse comune esistenti (art. 43) per una superficie di circa 1070 mq
- ✓ APA-CT-Cs Ambiti agricoli collinari terrazzati di consolidamento (art. 92 delle NCC) per una superficie di circa 2800 mq
- ✓ TPA-BAC-VP Ambiti misti boscati-agricoli collinari di valenza paesaggistica (art. 88 delle NCC) per una superficie di circa 3000 mqTPA-AC-DI Ambiti agricoli collinari di prevalente – produzione oliviticola con fenomeni di dissesto idrogeologico (art. 89 delle NCC) per una superficie di circa 2000 mq
- ✓ ARI-TIPC-Cs (Ambiti dei tessuti insediativi pedecollinari da consolidare (art. 115) delle NCC per una superficie di circa 600 mq

L'art. 28 "Acque Pubbliche" delle NCC di PUC richiama, per le acque pubbliche del Comune di Bolano incluse nell'elenco delle acque pubbliche di cui al R.D. 523/1904 e al RR 3/2011 di cui fa parte il Canale della Villa, le disposizioni di cui alla delibera dell'Autorità di Bacino n.180/2006 come piano di livello sovraordinato, con finalità di tutela ambientale. Tutte le aree interessate dal progetto ricadono all'interno della fascia di inedificabilità assoluta pari a 10 metri di cui al R.R. 14 luglio 2011, n. 3 "Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua, così come modificato dal R.R. 16 marzo 2016, n. 1.

L'area di intervento non è sottoposta a tutela paesaggistica ai sensi del D.lgs 42/04 e ss. mm e ii.

L'area di intervento non ricade in Aree Naturali protette né in siti facenti parte della Rete Natura 2000.

L'intervento necessita pertanto di aggiornamento al PUC vigente da approvare con le modalità di cui all'art. 43 co. 3 lett a) della L.R. 36/1997 e ss.mm e ii e contestuale apposizione del vincolo preordinato all'esproprio ai sensi dell'art. 10 del D.P.R. 327 del 08.06.2001 e ss. mm e ii.

L'aggiornamento consiste nell'inserimento di tutte le aree inserite nel perimetro di progetto nelle "*Zone destinate alle attrezzature ed agli impianti di interesse generale*" di cui all'art 44 e seguenti delle NCC ed in particolare nell'introduzione dell'articolo 44.7.

L'aggiornamento di piano non comporta insediamento di funzioni discordanti da quelle previste nelle originarie previsioni di PUC né in contrasto con i contenuti della Descrizione Fondativa. L'analisi territoriale condotta preliminarmente alla proposta progettuale in questione ha valutato (cfr. relazione tecnica illustrativa) il corretto inserimento paesistico-ambientale delle opere proposte e la compatibilità delle stesse con le specifiche previsioni di PTCP.

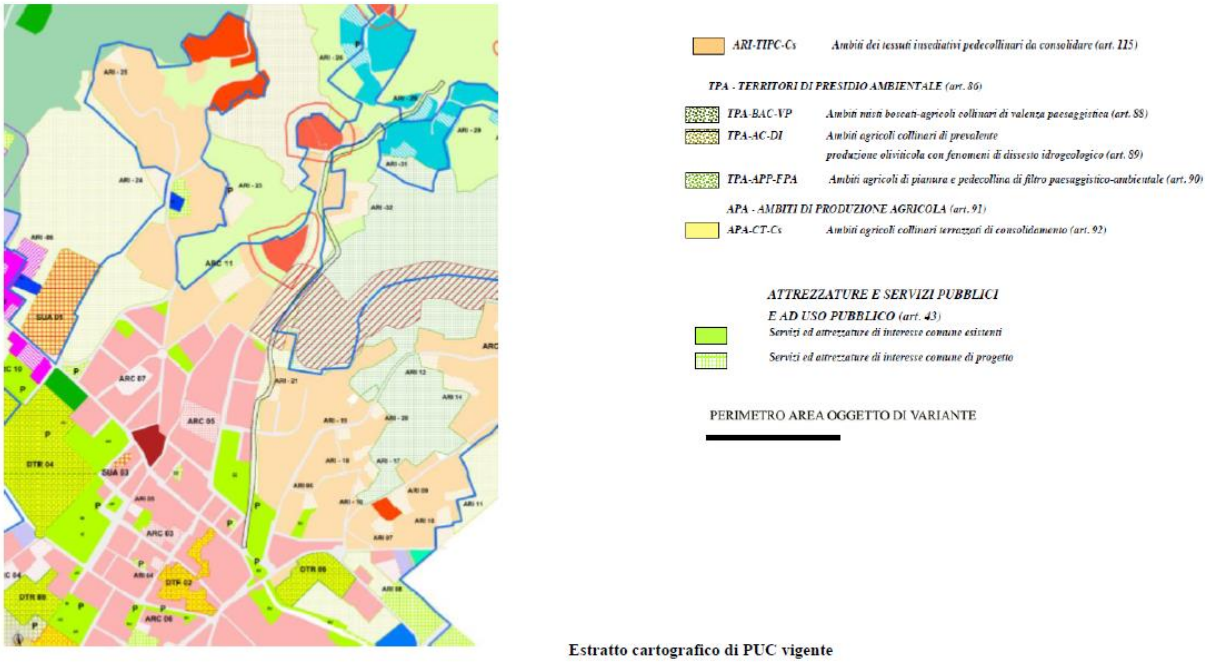
Le opere di progetto si inseriscono bene nell'ambiente di riferimento per tipologia, caratteristiche materiche e funzione specifica volta alla tutela del territorio.

Gli obiettivi progettuali mirano alla realizzazione delle opere necessarie ad assicurare la funzionalità idraulica e la tutela della pubblica e privata incolumità nel rispetto dei valori di tutela ambientale che caratterizzano l'area.

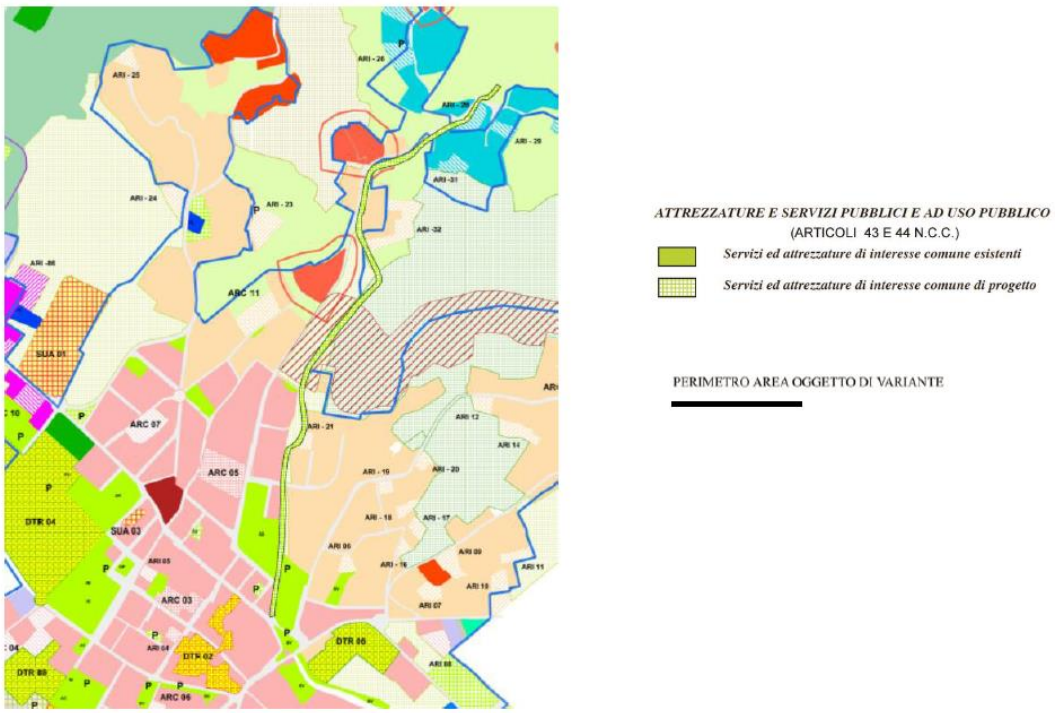
Non viene interessata alcuna area SIC, né zona di interesse naturalistico.

Premesso quanto sopra, si attesta ai sensi dell'art. 43 co 5 della L.R. 36/1997 e ss.mm e ii la compatibilità delle modifiche proposte rispetto alla Descrizione Fondativa e agli obiettivi del Piano, la conformità ai piani territoriali e di settore di livello sovraordinato.

Ai fini dell'applicazione delle disposizioni in materia di VAS di cui alla l.r. 32/2012 e successive modificazioni e integrazioni, si è verificato l'assenza di impatti significatici sull'ambiente del progetto e del relativo aggiornamento del PUC.



Estratto cartografico di PUC vigente



Estratto cartografico di PUC - AGGIORNAMENTO

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)

Il PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni) è stato approvato con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016 e sostituisce integralmente i contenuti del P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico).

Si segnala che nel bacino del Fiume Magra non è entrato in vigore il PGRA. Il PAI si applica sia per la parte relativa alla pericolosità da frana e da dissesti di natura geomorfologica che per la parte di pericolosità idraulica, sia come norme che come perimetrazioni.

Il piano è composto dalle seguenti mappe:

a) Mappa della pericolosità da alluvione fluviale e costiera: le aree con pericolosità da alluvione fluviale sono rappresentate su tre classi, secondo la seguente gradazione:

- pericolosità da alluvione elevata (P3), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni;

- pericolosità da alluvione media (P2), corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni;

- pericolosità da alluvione bassa (P1) corrispondenti ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni e comunque corrispondenti al fondovalle.

Nella mappa della pericolosità da alluvione è rappresentata la distribuzione degli elementi a rischio individuati ai sensi della direttiva 2007/60/CE e definiti all'art. 5.

b) Mappa delle aree di contesto fluviale: le aree di contesto fluviale sono quelle di particolare interesse ai fini della gestione del rischio idraulico, della tutela del buon regime dei deflussi, della salvaguardia delle peculiarità ambientali culturali e paesaggistiche associate al reticolo idraulico.

c) Mappa delle aree destinate alla realizzazione delle misure di protezione: in tale mappa sono rappresentate le misure di protezione tramite elementi poligonali, lineari e puntuali.

d) Mappa della pericolosità derivata da fenomeni di flash flood: in tale mappa viene rappresentata la distribuzione nel bacino della propensione al verificarsi di eventi intensi e concentrati; la rappresentazione è in quattro classi a propensione crescente.

e) Mappa del rischio di alluvione: la mappa del rischio di alluvioni definisce la distribuzione del rischio ai sensi di quanto previsto dal decreto legislativo n. 49/2010. Le aree a rischio sono rappresentate in quattro classi, secondo la seguente gradazione:

a) R4, rischio molto elevato;

b) R3, rischio elevato;

c) R2, rischio medio;

d) R1, rischio basso.

Nella mappa della pericolosità idraulica da alluvione le aree interessate alla progettazione ricadono in tutte le classi di pericolosità (P1, P2 e P3) in funzione della loro posizione rispetto all'alveo del Fiume Magra.

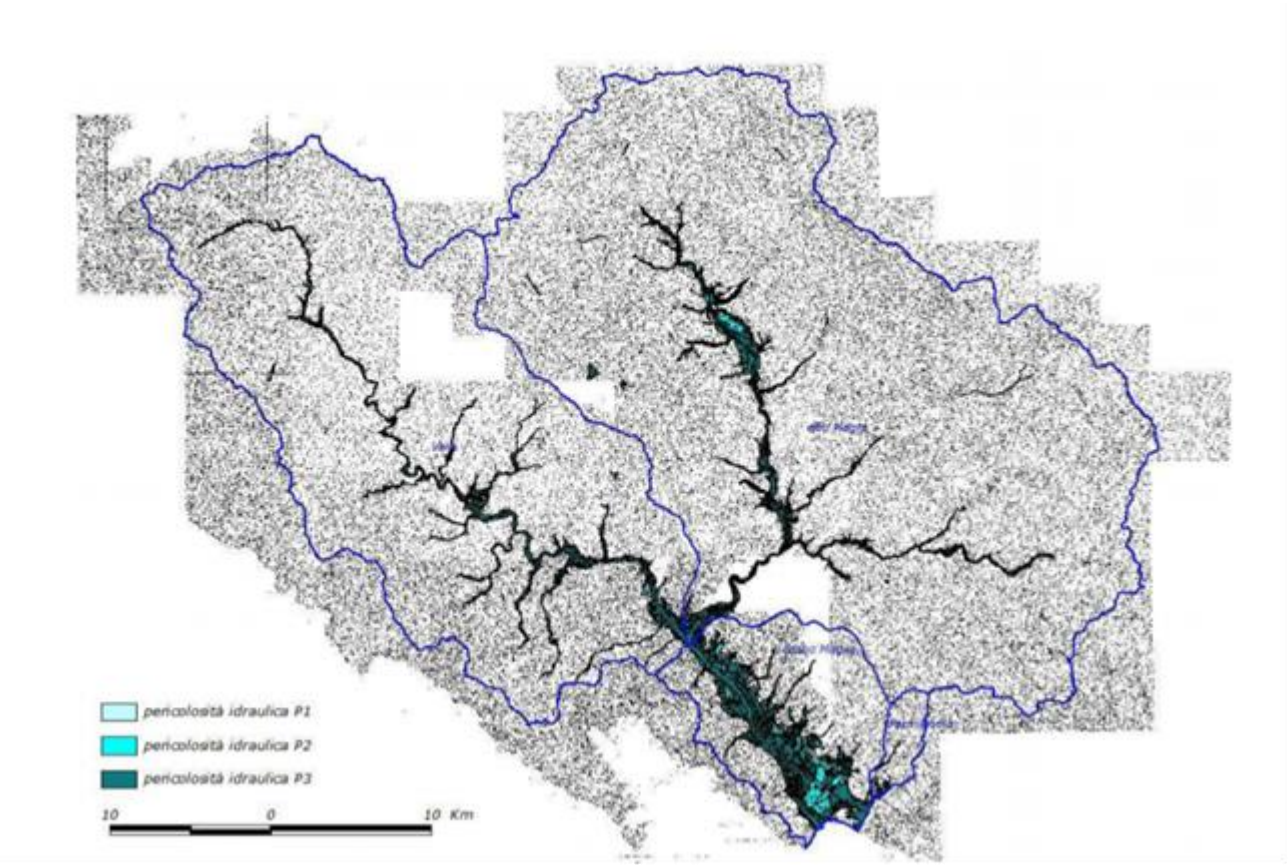


FIGURA 4 - MAPPA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

PIANO DI BACINO STRALCIO PER LA TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Il "Piano di bacino, stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Magra e del Torrente Parmignola" è stato approvato dalle Regioni Toscana e Liguria nell'agosto del 2006 e oggetto di variante dal 2 febbraio 2017, con la pubblicazione in G.U. del decreto ministeriale n. 294 del 26 ottobre 2016 la cui competenza è passata all'Autorità di bacino distrettuale dell'Appenino settentrionale;

L'art. 1 delle Norme Di Attuazione del Piano di Bacino, modificate con D. C.I. n. 3 del 29/06/2016, prevedono che nell'ambito del territorio del bacino del F. Magra e del T. Parmignola valgono i seguenti indirizzi generali vincolanti:

a) Su tutto il territorio, comunque classificato in ordine al grado di pericolosità, è considerato prioritario lo sviluppo di azioni diffuse e di comportamenti atti a prevenire e a non aggravare lo stato di dissesto dei versanti, nonché ad aumentare l'efficienza idrogeologica del suolo e della copertura vegetale.

b) Sono considerate prioritarie anche le opere specifiche e puntuali destinate alla rimozione o alla mitigazione del rischio di esondazione, o del rischio di frana, con riferimento alle aree, classificate R4 ed R3, purché coerenti con le indicazioni generali e specifiche contenute nel Piano.

c) Sono ammessi tutti gli interventi che siano finalizzate al miglioramento dell'assetto idrogeologico attuale, purché coerenti con le indicazioni generali e specifiche contenute nelle presenti Norme.

Quadro ambientale

Considerazioni generali e metodologiche

L'analisi di compatibilità ambientale, tenendo conto degli interventi previsti in progetto, procede allo studio della definizione della compatibilità ambientale del progetto in rapporto ai fattori ambientali influenzati al livello di impatto, provocato dagli interventi e alla definizione delle eventuali procedure di minimizzazione e/o compensazione degli impatti.

Il procedimento di compatibilità ambientale, cerca di sanare lo squilibrio tra l'impatto generato dal potenziamento dell'opera e le attitudini territoriali e ambientali, tenendo conto che la qualità ambientale rappresenta ormai una risorsa e il degrado ambientale un costo rilevante per la comunità.

Un'analisi di compatibilità ambientale, in generale, deve tenere conto delle componenti fisiche e sociali dell'ambiente ove ogni componente consta di diversi descrittori.

Nel caso in esame è stato utilizzato un criterio che consente di valutare gli effetti degli interventi in progetto sulle principali componenti ambientali direttamente o indirettamente influenzabili:

1. Atmosfera e qualità dell'aria;
2. Salute pubblica;
3. Suolo e sottosuolo;
4. Ambiente idrico;
5. Vegetazione e flora;
6. Fauna ed ecosistemi;
7. Rumore;
8. Campi elettromagnetici;
9. Paesaggio, sia dal punto di vista descrittivo che percettivo;
10. Residui ed emissioni.

Caratteristiche geografiche e morfologiche dell'area

Il territorio comunale si sviluppa nella piana di Ceparana sullo spartiacque delimitante il versante costiero ligure raggiungendo il settore levantino.

Il bacino oggetto dell'intervento di circa 3.15 km^2 si chiude in corrispondenza di Piazza delle Corriere in loc. Ceparana del Comune di Bolano.

Caratteristiche climatologiche, metereologiche e qualità dell'aria

L'analisi climatologica di un sito generalmente viene condotta prendendo in esame le caratteristiche orografiche e morfologiche dell'area e le statistiche di lungo periodo ricavate dalle stazioni presenti sul territorio. In generale la classificazione delle strutture circolatorie a scala sinottica, che possono interessare una certa area, e il loro legame con la configurazione meteorologica rilevata, a scala locale, negli strati prossimi al suolo, ha lo scopo di definire i lineamenti dei parametri che costituiscono la base descrittiva generale per la tipologia territoriale includente anche l'area oggetto dello studio.

Il clima di un territorio è in generale determinato sia dalla sua posizione geografica che dal suo aspetto morfologico, pertanto, per una migliore comprensione delle caratteristiche climatologiche e meteorologiche dell'area in esame è utile riassumere i connotati tipici della regione in cui tale area si inserisce. Il clima della Liguria è estremamente variegato, in particolare il clima della provincia di La Spezia rientra in area dei climi temperati caldi, in particolare di tipo submediterraneo.

Dai regimi termici mensili risulta che i mesi invernali risultano molto ventosi e le estati sono moderatamente calde.

La piovosità è elevata, sia per la posizione nell'arco ligure, investito dai venti umidi, sia per l'azione di copertura degli Appennini. Il capoluogo ha una media pluviometrica di circa 1350 mm di pioggia annui.

Individuazione degli impatti

Le norme comunitarie individuano le componenti ambientali da esaminare in:

- Atmosfera: intesa come qualità dell'aria, caratterizzazione meteoclimatica e odori;
- Suolo e sottosuolo: intesi sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico;
- Vegetazione e flora: formazioni vegetali, emergenze più significative, specie protette ed equilibri naturali;
- Fauna: associazioni animali, emergenze più significative, specie protette ed equilibri naturali;
- Ambiente idrico superficiale: acque superficiali dolci, salmastre e marine, considerate come componenti, ambienti e risorse;
- Ambiente idrico sotterraneo: acque sotterranee considerate come componenti, ambienti e risorse;
- Clima acustico: rumore e vibrazioni considerati in rapporto all'ambiente sia naturale che umano;
- Sistemi insediativi "ecosistemi antropici": complessi di componenti e fattori fisici, chimici e biologici tra loro interagenti ed interdipendenti, che formano un sistema unitario ed identificabile per propria struttura, funzionamento ed evoluzione temporale, quali un lago, un bosco, un fiume o il mare;
- Sito e paesaggio: aspetti morfologici e culturali del paesaggio, identità delle comunità umane interessate e relativi beni culturali.

Di seguito sono individuati e definiti alcuni indicatori ambientali i quali, permettono di evidenziare gli impatti relativi legati alla realizzazione del progetto.

Impatto sull'atmosfera

I lavori oggetti di intervento non produrrà particolari emissioni di sostanze nocive o tossiche. L'opera non determinerà aumento di traffico per cui le emissioni in atmosfera ed il disturbo sonoro rimarranno pressoché invariati rispetto alla situazione ante-operam. Una fonte di disturbo, in realtà

minima, può essere attribuita esclusivamente al traffico dei mezzi pesanti che si avrà durante fase di cantiere.

Impatto su vegetazione e flora

La realizzazione degli interventi non comporterà l'eliminazione o l'alterazione di vegetazione esistente in quanto gli stessi interesseranno l'area afferente, in cui già non vi è presenza di specie vegetative autoctone o di particolare valenza. Alla luce di quanto esposto, la significatività dell'impatto correlato alla realizzazione delle opere sulla componente flora e vegetazione è da considerarsi del tutto trascurabile.

Impatto sulla fauna

Le azioni di cantiere e soprattutto l'incremento di rumore e vibrazioni correlato al transito degli automezzi e all'utilizzo dei mezzi di cantiere, potranno comportare disturbi ad animali appartenenti a specie comuni. In generale le specie animali più rustiche tendono ad attivare abbastanza rapidamente un graduale adattamento verso disturbi ripetuti e costanti (meccanismo di assuefazione). Bisogna anche considerare che l'impatto correlato al disturbo per l'incremento dei livelli di rumore sarà di breve durata in quanto limitato esclusivamente alla fase di realizzazione delle opere.

L'impatto è stato comunque considerato cautelativamente di entità lieve.

Impatto su sito e paesaggio

Le modifiche sul paesaggio vengono studiate principalmente in riferimento agli aspetti di percezione visiva e relativamente alla presenza di monumenti o edifici di carattere storico o di rilevanza culturale.

Dal punto di vista dell'inserimento del territorio, data la realizzazione delle opere spondali, si è scelto di realizzarli in massi naturali così da non avere un forte impatto con l'ambiente circostante. Non si introducono di fatto variazioni nette rispetto alla situazione ante operam.

Impatto su clima acustico

L'esistenza più o meno prolungata del cantiere con presenza di mezzi comporterà sicuramente l'aumento del livello di rumore della zona.

In generale, le attività di cantiere che costituiscono potenziali fonti di inquinamento acustico possono essere individuate nelle operazioni di seguito elencate:

- realizzazione delle opere di scavo;

- flusso di mezzi adibiti al trasporto dei materiali;
- attività legate al confezionamento delle materie prime;
- funzionamento dei mezzi meccanici nelle singole aree di cantiere.

Le emissioni sonore, unitamente alle vibrazioni, causate dalla movimentazione di mezzi/macchinari producono dei potenziali impatti che potrebbero interessare la salute dei lavoratori e sono:

- la distribuzione in frequenza dell'energia associata al fenomeno (spettro di emissione);
- l'entità del fenomeno (pressione efficace o intensità dell'onda di pressione);
- la durata del fenomeno.

Inoltre, in generale, gli effetti del rumore sull'organismo possono avere carattere temporaneo o permanente e possono riguardare specificatamente l'apparato uditivo e/o interessare il sistema nervoso. C'è da specificare che tale impatto rientra nell'ambito della normativa sulla sicurezza dei lavoratori che sarà applicata dall'impresa realizzatrice a tutela dei lavoratori stessi. La realizzazione degli interventi in progetto non comporterà comunque disturbi a soggetti terzi. L'alterazione dei livelli di rumore ovvero del clima acustico sarà di entità trascurabile. Per quanto attiene la durata, la stessa sarà breve perché limitata alla sola fase di realizzazione: terminati i lavori l'impatto si annullerà nell'immediato e non porterà alcun conseguenza a lungo termine.

Metodologia quali-quantitativo degli impatti

Gli impatti ambientali correlati alla fase di esercizio saranno analizzati di seguito e si propone la metodologia di tipo quali-quantitativo, nella quale gli impatti vengono classificati in base a parametri qualitativi (segno, entità, durata rilevanza/reversibilità/scala/probabilità/durata) associando poi ad ogni parametro qualitativo un valore numerico.

Gli impatti in fase di esercizio, per le opere in esame, sono stati così individuati:

- ✓ Utilizzazione di risorse: (consumo di) acqua, energia;
- ✓ Produzioni di rifiuti: la quantificazione dei rifiuti relativi al ciclo di produzione e la destinazione;
- ✓ Suolo e sottosuolo (contaminazione di): le contaminazioni del suolo e del sottosuolo, il consumo di suolo;
- ✓ Ambiente idrico (alterazione del): la gestione delle acque meteoriche, gli scarichi idrici;
- ✓ Emissioni in atmosfera: le emissioni di polveri e dei gas combusti dai camini cagionate dalla produzione;
- ✓ Emissioni sonore: il possibile inquinamento acustico cagionato dalle attività produttive.
- ✓ Traffico veicolare - viabilità: l'incidenza del traffico dell'impianto sulla viabilità locale.
- ✓ Salute pubblica (effetti sulla): l'analisi delle attività antropiche della produzione che, accidentalmente, potrebbero cagionare contaminazioni delle matrici ambientali e ridurre la qualità della vita.

Per ogni impatto generato dalle azioni di progetto la valutazione viene condotta considerando le seguenti caratteristiche:

- ✓ rilevanza: ordine di grandezza e complessità dell'impatto, secondo la seguente scala:
  - bassa
  - media
  - elevata

✓ reversibilità: capacità da parte della componente ambientale di ripristinare la situazione originaria, una volta cessata l'azione che causa l'impatto; può essere:

- reversibile a breve termine
- reversibile a medio/lungo termine
- irreversibile

✓ scala: stima dell'estensione areale dell'impatto, che può essere:

- circoscritta (< 0,2 km)
- locale (< 2 km)
- vasta (> 2 km)

✓ probabilità: del verificarsi dell'impatto, secondo la seguente scala:

- poco probabile
- probabile
- certo

✓ durata/frequenza: dell'impatto, che può essere:

- temporanea/saltuaria/rara
- frequente
- continua

Si procede all'attribuzione di un peso numerico alla significatività degli impatti: si attribuisce a ciascun criterio di valutazione (scala, probabilità, durata/frequenza) un coefficiente correttivo, secondo la seguente scala:

Criterio	min	med	max
rilevanza	2.5	5	10
reversibilità	2.5	5	10
scala	0.25	5	1
probabilità	0.25	5	1
durata/frequenza	0.25	5	1

Tabella 1– Peso della significatività degli impatti

Ciascun impatto sarà "pesato" dal prodotto dei cinque coefficienti, preceduto dal segno "+", in caso di impatto positivo, o dal segno "–", in caso di impatto negativo ed il valore risultante permetterà di attribuire la significatività secondo la seguente scala:

Valore	Impatto ambientale	
$50 < S \geq 100$	Positivo	Molto significativo
$25 < S \leq 50$	Positivo	Significativo
$12,5 < S \leq 25$	Positivo	Mediamente significativo
$6,25 < S \leq 12,5$	Positivo	Poco significativo
$0 < S \leq 6,25$	Positivo	Trascurabile
0		Nullo
$-6,25 \leq S < 0$	Negativo	Trascurabile
$-12,5 \leq S < -6,25$	Negativo	Poco significativo
$-25 \leq S < -12,5$	Negativo	Mediamente significativo
$-50 \leq S < -25$	Negativo	Significativo
$-100 \leq S < -50$	Negativo	Molto significativo

Tabella 2- Scala di significatività degli impatti

Identificazione bersagli

I bersagli che si andranno a considerare sono i seguenti:

- Qualità della vita: può essere influenzata dal clima acustico e dalle emissioni in atmosfera (gas e polveri) ed anche dal traffico indotto.
- Sito e Paesaggio: in relazione alla presenza di vincoli paesaggistici o architettonici ed alla percezione visiva da parte dei principali ricettori. Infrastrutture: viabilità principale e locale, centri/zone abitate.
- Ambiente biotico: costituito dagli ecosistemi, flora e fauna; presenza di siti Natura 2000, aree protette, corridoi ecologici, ecc.
- Risorse energetiche e naturali: consumo di materie prime, terreno, acqua, energia.
- Aria: qualità dell'aria e ricadute al suolo.
- Acque: qualità delle acque superficiali e sotterranee.
- Suolo e sottosuolo: sottrazione (consumo), contaminazioni.

Sensibilità dei bersagli

Per attribuire ad ogni componente ambientale un "peso" (cioè per classificarla secondo l'importanza sul sistema naturale o sugli usi antropici per i quali costituisce una risorsa) si utilizzano le seguenti caratteristiche:

- la rilevanza e l'ampiezza spaziale dell'influenza che la risorsa ha sul territorio: alta, media, bassa;
- la qualità della risorsa nel sito considerato: alta, media, bassa;
- la sua capacità di ricostituirsi entro un orizzonte temporale ragionevolmente esteso: rinnovabile, parzialmente rinnovabile, non rinnovabile;
- la sensibilità ambientale delle aree interessate dal progetto, classificando come aree sensibili le seguenti zone: sensibile, mediamente sensibile, non sensibile:

  a) Zone costiere;

  b) Zone montuose e forestali;

  c) Aree carsiche;

  d) Zone nelle quali gli standard di qualità ambientale della legislazione sono già superati;

  e) Zone a forte densità demografica;

  f) Paesaggi importanti dal punto di vista storico, culturale e archeologico;

  g) Aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle acque pubbliche;

  h) Aree a rischio di esondazione;

  i) Aree contigue dei parchi istituiti;

  j) Aree classificate come vincolate dalle leggi vigenti o interessate da destinazioni di tutela derivanti da strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica.

La quantificazione del peso numerico alle caratteristiche dei bersagli avviene attraverso l'attribuzione a ciascun criterio di valutazione (rilevanza, qualità, rinnovabilità, sensibilità) di un coefficiente correttivo, secondo la seguente scala:

Criterio	Min.	Med.	Max.
rilevanza	2.5	5	10
qualità	2.5	5	10
rinnovabilità	0.25	0.5	1
sensibilità	0.25	0.5	1

Tabella 3- Peso della sensibilità dei bersagli

Ciascun bersaglio viene "pesato" dal prodotto dei quattro coefficienti ed il valore risultante permette di attribuire la significatività secondo la seguente scala:

Valore	Sensibilità del bersaglio
$50 < S \geq 100$	Molto significativa
$25 < S \leq 50$	Significativa
$12,5 < S \leq 25$	Mediamente significativa
$6,25 < S \leq 12,5$	Poco significativo
$0 < S \leq 6,25$	Trascurabile
0	Nullo

Tabella 4 - Scala di sensibilità dei bersagli

Correlazione impatti - bersagli

Si procede alla costruzione della matrice di correlazione impatti – bersagli come la seguente:

		Utilizzazione dirisorse	Produzione di rifiuti	Suolo e sottosuolo(contaminazione di)	Ambiente idrico8alterazione del)	Emissioni inatmosfera	Emissioni sonore	Traffico veicolare-viabilità	Salute pubblica(eventi accidentali, effetti sulla)
Sistema socio-economico	Qualità della vita		X			X	X		X
	Sito e paesaggio			X					
	Infrastrutture							X	
Ambiente naturale	Aria					X		X	X
	Acque	X		X	X				X
	Suolo e sottosuolo			X	X				X
	Ambiente biotico		X		X	X	X		
	Risorse	X							

Matrice di correlazione impatti- bersagli

Nel caso in esame le azioni indotte sui bersagli verranno tutte considerate negative, a tutto vantaggio dell'ambiente naturale e del sistema socio-economico.

La realizzazione delle opere di progetto, e ciò è legato alla natura stessa dell'intervento, ha lo scopo principale di tutelare l'ambiente circostante. In fase di esecuzione saranno predisposti una serie di accorgimenti e misure che limiteranno l'impatto ambientale essenzialmente connesso al sollevamento delle polveri e alla produzione dei gas, all'incremento del livello di rumore e a quant'altro impatti sull'ambiente nel senso lato.

Analisi dello stato di fatto

Inquadramento territoriale

Il comune di Bolano è ubicato nella provincia di La Spezia, in Liguria, situato nell'entroterra dello Spezzino, situato al confine tra le regioni Liguria e Toscana e in una posizione dominante sulla confluenza dei fiumi Vara e Magra. Alla piana alluvionale di Ceparana, si contraddistingue un territorio tipicamente ligure con terrazzamenti per la coltivazione agricola e ampie distese di uliveti e boschi di castagni, lecci e olmi. Proprio nella piana di Ceparana ha termine l'antica Alta Via dei Monti Liguri, un percorso naturalistico lungo 442 km che partendo dall'estremo ponente ligure, precisamente a Ventimiglia, si sviluppa sullo spartiacque delimitante il versante costiero ligure raggiungendo il settore levantino. Parte del territorio fa parte del Parco naturale regionale di Montemarcello-Magra-Vara.

I principali dati demografici sono i seguenti:

Popolazione: 4 999 abitanti (31/08/2020 - Istat)

Superficie: 14,57 km²

Densità: 343,10 ab./km²

I comuni confinanti sono: Aulla (MS), Follo, Podenzana (MS), Tresana (MS), Vezzano Ligure.



FIGURA 5 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL COMUNE DI BOLANO

Analisi dello stato di fatto

Il Canale Villa, nel tratto compreso tra il ponte su Via Picarda e la passerella pedonale di Piazza delle Corriere a Ceparana, risulta lungo circa 1,3 km e attraversa il centro abitato per buona parte della sua lunghezza.

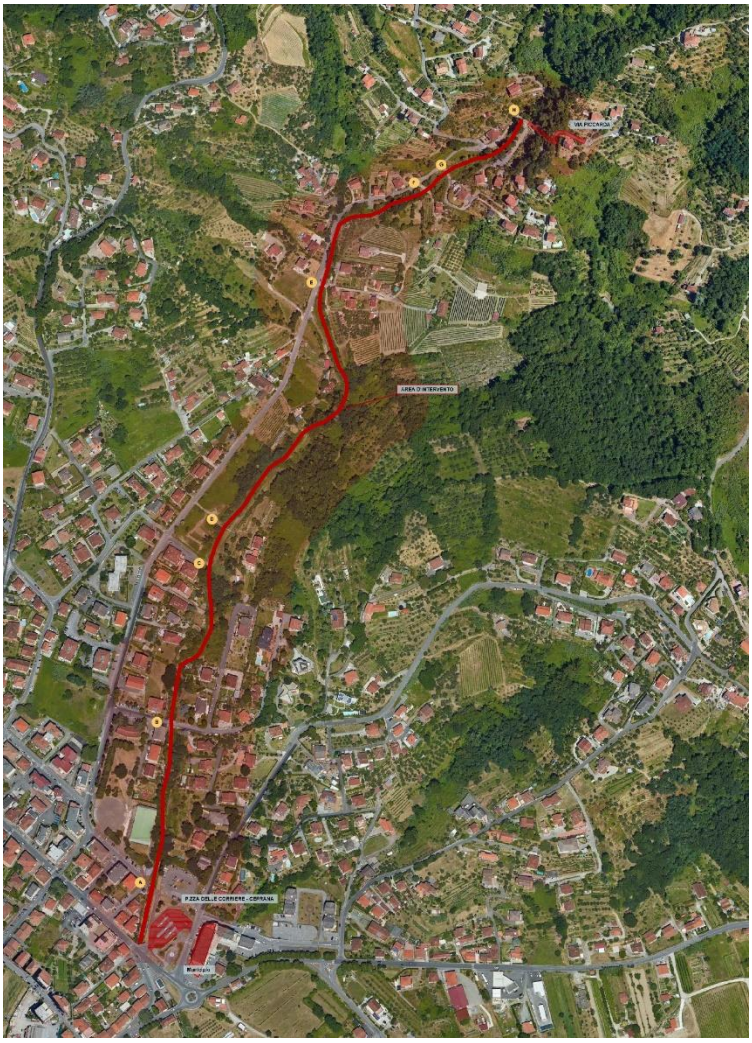


FIGURA 6 - INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

Il bacino imbrifero, nel tratto di monte è caratterizzato dalla presenza di diverse aste di apporto, che convergono in un unico alveo torrentizio man mano che si prosegue verso la foce.

Dal ponte di Via Picarda, procedendo verso valle, si evidenzia come il canale risulti sistemato secondo differenti configurazioni di sponda, ed alveo, determinate da vari interventi per soddisfare le esigenze e per far fronte ad alcuni inconvenienti verificatesi negli anni. Gli interventi, però risultano puntali, infatti solo in alcuni tratti sì è fronteggiato il rischio idraulico. Pertanto si vuole procedere alla sistemazione dell'intero tratto del canale Villa posto in esame, riducendo il rischio idraulico ed evitando forti allagamenti della località Ceparana. Sviluppando nel dettaglio il tratto analizzato, che va, appunto, dal ponte della Picarda alla passeralla di piazza delle Corriere (poco prima della tombatura già oggetto di mitigazione del rischio), si può affermare che il canale si presenta, dal ponte della Picarda fino all'inizio della località Villa, in uno stato pseudo-montano con fondo roccioso e

sponde naturali, fatto salvo per alcuni tratti oggetto di precedenti interventi che presentano sponde in pietrame cementato o in muri in calcestruzzo armato.

Studio geologico

La superficie del corso d'acqua in cui è prevista la messa in sicurezza ricade, in minima parte, su terreni a suscettività al dissesto elevata (Pg3). Le aree così censite si trovano nella parte iniziale nei pressi di Via Picarda in corrispondenza della fascia pedemontana sita in sponda destra del Canale Villa dei Greci. La carta delle fasce di inondabilità segnala il tratto terminale del reticolo idrografico in studio come a pericolosità idraulica elevata e media. Infine il comparto in oggetto NON rientra nelle aree soggette al regime di Vincolo Idrogeologico. Si propone la rappresentazione grafica delle direttive del PAI sopradescritte. Il territorio in esame, appartenendo all'Appennino Settentrionale, è stato oggetto dei processi che hanno condotto alla formazione dello stesso. L'attuale assetto del territorio è il risultato di lunghe e complesse fasi geologiche che hanno coinvolto tutto l'Appennino Ligure – Toscano. L'Appennino infatti fu oggetto di varie fasi compressive a partire dal Cretaceo superiore fino al Miocene medio-superiore con conseguenti accorciamenti crostali e formazione di falde. In seguito si ebbe un regime distensivo caratterizzato dalla deposizione di sequenze sedimentarie (in discordanza sopra le rocce precedenti fortemente compresse) e dalla formazione di faglie dirette aventi direzione preferenziale Nord-Ovest Sud-Est. L'Appennino Settentrionale presenta dunque una struttura molto complessa con diverse falde sovrapposte e, per questo motivo, nel territorio in esame affiorano sia sequenze appartenenti alla Falda Toscana sia Unità Liguri. Nel

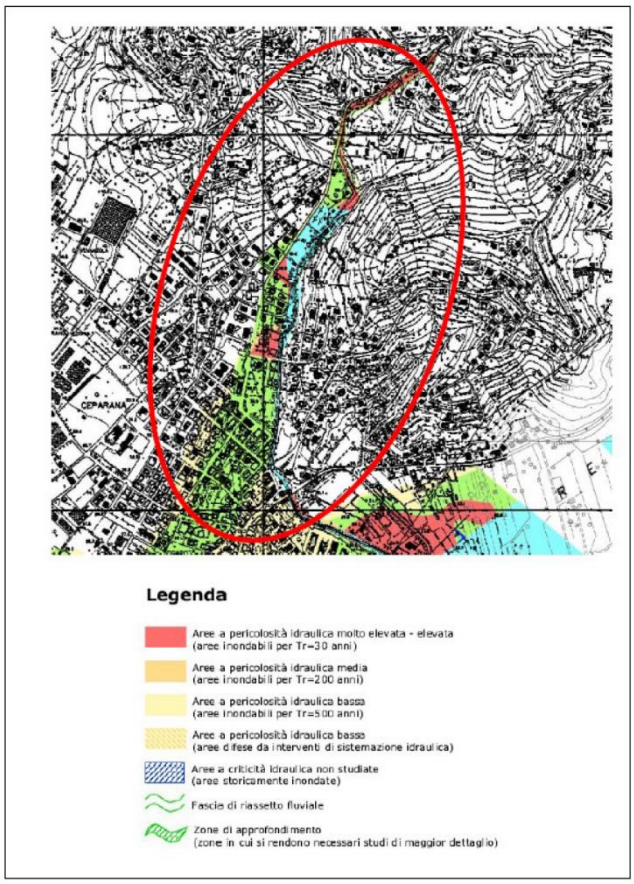


FIGURA 7 - CARTE DELL'INONDABILITÀ

comparto in studio e come visualizzabile nella carta geologica sono presenti unità e formazioni appartenenti al Dominio Ligure, Interno ed Esterno, e al Bacino di Sarzana; si riporta nel seguito una sommaria descrizione.

Dal punto di vista geomorfologico il tratto di corso d'acqua rilevato al fine di operare la riduzione del rischio idraulico, presenta nella parte sommitale una pendenza e un'energia maggiore con rare caratteristiche di roccia affiorante e sub-affiorante, principalmente localizzata in alcuni sporadici punti lungo l'asse centrale dell'alveo. In questo tratto i deflussi del corso d'acqua sviluppano fenomeni di erosione concentrata, con generale tendenza all'approfondimento e con fenomeni di parzializzazione della corrente di deflusso.

Procedendo in direzione di valle si riscontra un approfondimento del substrato roccioso, con

spessori dei depositi alluvionali talora consistenti. Nel tratto medio – alto in studio si verificano frequenti fenomeni di erosione spondale in corrispondenza di sezioni d'alveo la cui risposta all'azione fluviale varia in funzione del contrasto litologico e/o geomorfologico e si osservano, inoltre, tratti con carenti opere di difesa. Generalmente, l'alveo presenta una forma sostanzialmente trapezoidale e sponde di altezza variabili le cui arginature risultano essere tipologicamente variabili: sono talvolta ravvisabili scarpate naturali, murature in pietra o gabbionate e, soprattutto in corrispondenza del centro urbano, murature in c.a. In relazione alle caratteristiche deposizionali è possibile distinguere le alluvioni mobili dell'alveo attuale, costituite principalmente da ghiaie grossolane e medie, localmente frammiste a depositi fini limoso -argillosi che, lungo le sponde, generano scarpate naturali fortemente vegetate (con canneti molto sviluppati) e interferenti con la sezione di deflusso. Oltre ai depositi alluvionali mobili, l'ambito di fondovalle è caratterizzato da significative porzioni di piana alluvionale, la cui sedimentologia è caratterizzata dall'alternanza di terreni fini (limi argillosi, limi sabbiosi) e terreni ghiaioso-ciottolosi in abbondante matrice fine, riflettendo, dal punto di vista composizionale, le caratteristiche geologiche del bacino. La classe granulometrica maggiormente rappresentata è quella limoso – argillosa soprattutto nella parte terminale in studio, dove maggiore è lo sviluppo della piana alluvionale, e nelle zone più distanti dal corso d'acqua; contrariamente si

riscontra una prevalenza di termini granulometrici più grossolani nei livelli più superficiali e nelle zone di commistione con gli accumuli detritici laterali e prossimi al corso d'acqua.

Per quanto attiene le caratteristiche idrogeologiche dei terreni sopra descritti, in funzione delle condizioni di drenaggio naturale e della permeabilità valutata, è possibile considerare la seguente schematizzazione:

- Alluvioni attuali e recenti, a granulometria sabbioso-ghiaiosa, permeabili per porosità (permeabilità primaria).

- Formazioni rocciose semipermeabili, caratterizzate da alternanze di livelli argillosi, impermeabili o poco permeabili, con livelli calcarei permeabili per fessurazione e fratturazione (Formazione di M.te Veri, Flysh dell'Antola)

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato PD.RT.06.00.

Studio idrogeologico

Il bacino idrografico che insiste nel tratto oggetto del presente progetto è chiuso in corrispondenza di Piazza delle Corriere in loc. Ceparana del Comune di Bolano, come è rappresentato nella figura che segue:

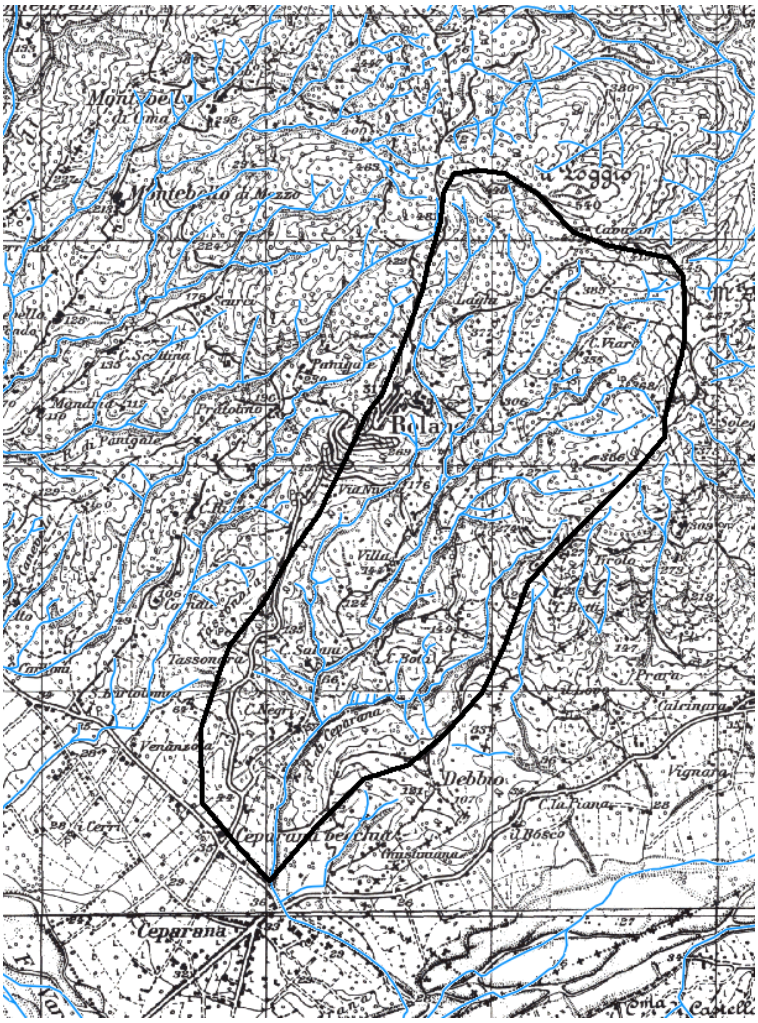


FIGURA 8- POSIZIONAMENTO GEOGRAFICO DEL BACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE VILLA

ed ha una superficie di circa 3,15 km^2. L'asta principale del Torrente Villa in corrispondenza della sezione di interesse è lunga circa 3,7 km, mentre lo spartiacque del corrispondente bacino sotteso si sviluppa per una lunghezza di circa 8,1 km. In particolare le principali caratteristiche planimetriche del bacino chiuso alla sezione di interesse sono le seguenti:

- Superficie: S = 3,14 km2

- Lunghezza asta principale: L = 3,7 km

- Lunghezza spartiacque: P = 8,1 km

Inoltre, per caratterizzare la forma del bacino, raccolta piuttosto che allungata, è stato utilizzato sia il rapporto di allungamento Ra, che definisce il diametro del cerchio di area uguale a quella del bacino:

$$R_a = \frac{L}{\sqrt{\frac{4S}{\pi}}} = 4.05 \qquad (1)$$

Sia il rapporto di uniformità Ru, inteso come rapporto tra la lunghezza dello spartiacque P e la circonferenza del cerchio di area uguale a quella del bacino:

$$R_u = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}} = 1.29 \quad (2)$$

Bacini con struttura raccolta presentano valori dei fattori di forma prossimi all'unità; nel caso del bacino del torrente Villa chiuso in corrispondenza dell'opera di presa si osserva, invece, una forma marcatamente allungata, così come mostrato nella figura.

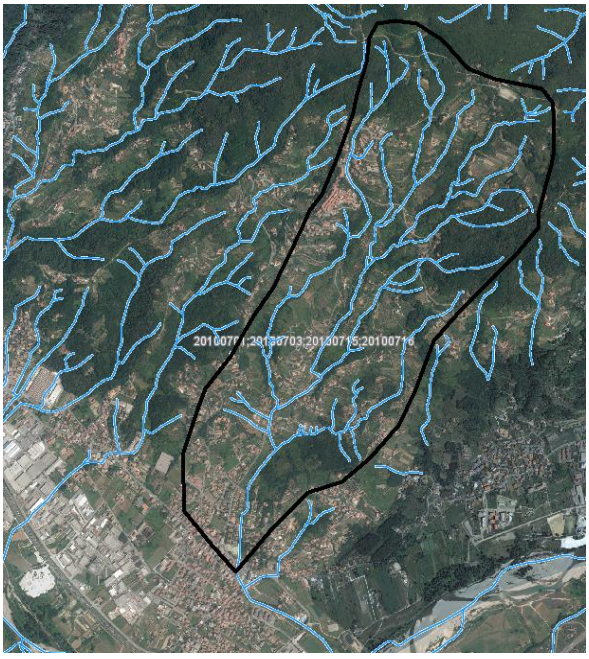


FIGURA 9 - POSIZIONAMENTO GEOGRAFICO DEL BACINO DEL TORRENTE VILLA SU ORTOFOTO

Analisi idrologica

Come già detto in precedenza il bacino del corso d'acqua oggetto dell'intervento di sistemazione idraulica e messa in sicurezza ha una superficie complessiva di 3,14 km^2 alla sezione di chiusura in corrispondenza di piazza delle Corriere a Ceparana. Per il calcolo della portata idrologica di piena corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 200 anni, si è fatto riferimento a quanto previsto dall'allegato 5 delle norme di Piano dove è previsto che:

$$\mathbf{Q_{200} = 23A^{0.85}}$$

Pur considerando che dall'inizio del tratto in esame (attraversamento via Picarda) alla sezione di chiusura su Piazza delle Corriere vi sono delle immissioni di varie affluenti (canale dei Morti e Fosso del Brusco), con un incremento dell'area del bacino progressivo da 1,62 km2 a 3.14 km2, a vantaggio di sicurezza è stata considerata ai fini della simulazione idraulica, la portata massima calcolabile ovvero quella corrispondente alla sezione di Piazza delle Corriere ovvero considerando la superficie di 3.14 km2 e quindi:

$$\mathbf{Q_{200} = 23(3.14)^{0.85} = 60.83\ m^3/s}$$

Pertanto, sulla base di quanto esposto, la portata di piena che sarà utilizzata per la successiva verifica idraulica dello stato attuale e la progettazione successiva degli interventi finalizzati alla messa in sicurezza del torrente Villa nel tratto compreso tra via Picarda e Piazza delle Corriere sarà pari a 61 m^3/s.

Studio idraulico

L'analisi idraulica condotta è finalizzata alla valutazione dei tiranti idrici corrispondenti alle portate di assegnata probabilità di accadimento e, più specificatamente, ad una descrizione accurata del campo di flusso per l'individuazione delle potenziali aree di allagamento. L'analisi deve fornire, pertanto, indicazioni utili circa la compatibilità idraulica delle sezioni naturali o artificiali e l'entità dei fenomeni di esondazione conseguenti alle portate di riferimento, in modo da definire i successivi interventi volti alla messa in sicurezza del tratto compreso tra il ponte pedonale su Via Picarda e la passerella pedonale di Piazza delle Corriere a Ceparana, nel Comune di Bolano (SP).

La scelta del modello idraulico con cui rappresentare il fenomeno dell'allagamento di un territorio è fortemente condizionata, prima ancora che dalle tecniche di soluzione numerica del problema idraulico, dai dati disponibili e dal grado di approssimazione dei risultati attesi.

La parte prevalente delle informazioni necessarie alla costruzione del modello è costituita dalle caratteristiche morfologiche dell'area e dai dati idraulici (portate di assegnata frequenza e idrogrammi di piena).

Purtroppo, le aree inondate presentano un'orografia se pur regolare, spesso complicata dalla presenza di insediamenti urbani, che ne rendono estremamente onerosa la definizione. Altrettanto onerosa è la caratterizzazione geometrica ed idraulica dell'alveo, spesso complicata da singolarità che hanno un ruolo determinante nella modellazione idraulica: ponti, arginature longitudinali, rilevati stradali e ferroviari, traverse di derivazione, briglie di consolidamento, scolmatori e diversivi. Il modello di calcolo da adottare è pertanto subordinato al grado di approssimazione richiesto, ai risultati, ed inoltre, deve essere adeguato alla precisione e sufficienza dei dati disponibili.

I risultati della modellazione idraulica consistono soprattutto nella ricostruzione del profilo o della superficie idrica di assegnata frequenza che permette di valutare sia l'estensione delle aree inondate, sia le altezze di inondazione.

La verifica idraulica deve essere condotta inizialmente con modelli numerici almeno di moto permanente. La disponibilità sempre più ampia di mezzi di calcolo "user friendly" consente di implementare simulazioni idrauliche di interi tratti in tempi estremamente rapidi, nel rispetto sempre di un'attenta preparazione dei dati di input e di una adeguata capacità interpretativa dei risultati che,

in particolare, garantiscono livelli accettabili di affidabilità.

Tra i codici di calcolo disponibili, HEC-RAS rappresenta il modello di simulazione comunemente più usato per la stima dei profili idrici all'interno della rete di drenaggio naturale. Tale codice, per quanto riguarda le modalità e le ipotesi semplificative con cui sono schematizzati i complessi processi di dinamica fluviale, si basa sulla:

1) Schematizzazione dell'alveo mediante linea d'asse e caratteristiche geometriche relative ad un numero discreto di sezioni trasversali;
2) Descrizione dettagliata dei manufatti d'alveo (ponti, briglie, scatolari, casse d'espansione);
3) Assunzione di dati geometrici, condizioni al contorno e dati di flusso (associati a prefissati tempi di ritorno) per la simulazione di profili anche multipli del tirante idrico;
4) Ipotesi di moto permanente: le grandezze cinematiche si assumono invarianti nel tempo;
5) Adozione dell'equazione base dell'energia;
6) Ipotesi di corrente gradualmente variata: equivale ad assumere una distribuzione idrostatica delle pressioni in corrispondenza di ciascuna sezione. Tale ipotesi può ritenersi accettabile solo per valori ridotti della pendenza e in assenza di bruschi allargamenti o restringimenti di sezione (ad esempio in corrispondenza di ponti), manufatti d'alveo, ostacoli isolati. Queste singolarità sono generalmente risolte ricorrendo a equazioni alternative (equazione dei momenti o equazioni empiriche);
7) Simulazione monodimensionale del flusso: i programmi forniscono in output un valore unico (o al più una coppia di valori per canale principale e zone golenali) del tirante e della velocità per un'assegnata sezione trasversale alla direzione del flusso, senza quindi fornire una descrizione completa del campo di moto.

Modello di simulazione monodimensionale HEC-RAS

Per la stima dei profili idrici all'interno della rete di drenaggio del Torrente Villa si è utilizzato il modello HEC-RAS sviluppato dall'US Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center - Davis, California. Il programma consente di risolvere problemi monodimensionali relativi a correnti gradualmente variate in regime di moto permanente che defluiscono in corsi d'acqua naturali o in canali artificiali. Più specificatamente, i profili idrici all'interno della rete di drenaggio possono essere stimati sia in condizioni di corrente lenta, sia in condizioni di corrente veloce, sia in condizioni miste. Per descrivere la geometria del corso d'acqua si utilizzano sezioni trasversali schematicamente suddivise in tre parti (Figura 1): golena sinistra (lob); alveo per le piene ordinarie (ch); golena destra (rob).

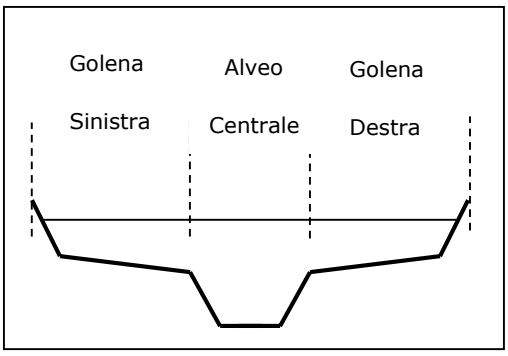


FIGURA 10 - SCHEMATIZZAZIONE DELLA SEZIONE ALL'INTERNO DEL CODICE HECRAS

La stima del profilo idrico tra due sezioni trasversali è calcolato con la procedura iterativa denominata "Standard Step Method". Tale procedura si basa sull'equazione dell'energia specifica che, nel caso di due sezioni consecutive, può essere così formulata:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

dove con Y1 e Y2 si indicano i tiranti idrici nelle sezioni 1 e 2 (Figura 2), con Z1 e Z2 le quote di fondo, con V1 e V2 le velocità medie, con ?1 e ?2 i coefficienti di Coriolis, con g l'accelerazione di gravità ed, infine, con he le perdite di energia continue e localizzate.

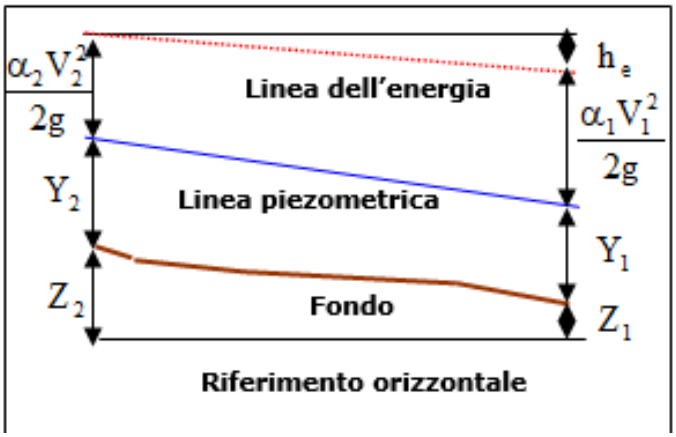


FIGURA 11 - RAPPRESENTAZIONE DEI TERMINI PRESENTI NELL'EQUAZIONE DELL'ENERGIA

Le perdite di energia si stimano utilizzando la relazione:

$$h_e = L\bar{S}_f + C\left|\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g}\right|$$

dove C è un coefficiente di perdita localizzata (variabile "0.1÷0.3" in corrispondenza dei bruschi restringimenti e "0.3÷0.5" in corrispondenza di bruschi allargamenti), L è la distanza tra due sezioni consecutive pesata rispetto alle portate che defluiscono nelle golene (destra e sinistra) e nella parte centrale:

$$L = \frac{L_{lob}\bar{Q}_{lob} + L_{ch}\bar{Q}_{ch} + L_{rob}\bar{Q}_{rob}}{\bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}}$$

con:

$$Q = \bar{Q}_{lob} + \bar{Q}_{ch} + \bar{Q}_{rob}$$

S_f è la cadente piezometrica che può essere stimata attraverso la relazione di Manning:

$$S_f^{1/2} = \frac{Q}{K} = \frac{Q}{(1/n)\,AR^{2/3}}$$

nella quale n rappresenta il coefficiente di scabrezza di Manning, assunto pari a 0.03 per la parte centrale dell'alveo naturale e pari a 0.1 per le piane golenali, con A ed R sono rispettivamente la sezione bagnata ed il raggio idraulico.

Il coefficiente □ che dipende dalla velocità media della sezione può essere stimato dalla relazione:

$$\alpha = \frac{2g}{V^2}\left(\frac{\overline{Q}_{lob}\frac{V_{lob}^2}{2g} + \overline{Q}_{ch}\frac{V_{ch}^2}{2g} + \overline{Q}_{rob}\frac{V_{rob}^2}{2g}}{\overline{Q}_{lob} + \overline{Q}_{ch} + \overline{Q}_{rob}} \right)$$

La procedura di calcolo per la stima dei tiranti idrici nelle sezioni di un assegnato corso d'acqua è di tipo iterativo. In particolare, si assegna una condizione iniziale a valle o a monte (tirante di moto uniforme, altezza critica, ecc.) e si procede verso monte o valle a seconda che si stia ricostruendo un profilo di corrente lenta o veloce; si assume una quota della superficie libera, YItot = YI+ZI, di primo tentativo nella sezione in cui essa è incognita; si determinano la velocità della corrente V ed il coefficiente di trasporto K; si calcolano i valori medi di Sf e di he; si ottiene dall'equazione dell'energia un secondo valore dell'elevazione del pelo libero della corrente YIItot, da paragonare con quello assunto inizialmente; si ripetono i passi suesposti finché la differenza tra le quote della superficie libera risulti inferiore alla tolleranza fissata (circa 3mm).

La profondità d'acqua determinata Y = YTOT – Z deve essere confrontata con l'altezza critica YCR per definire se il regime del moto è subcritico o supercritico. L'altezza critica è quella profondità d'acqua per cui il carico totale, H = □□V2/2g, assume valore minimo. In alvei naturali, si possono presentare situazioni in cui la curva dell'energia, ovvero la funzione H=H(Ytot), presenta più di un minimo, per esempio in corrispondenza di ampie golene o di un superamento di argini. Il codice

HEC-RAS può individuare fino a tre minimi nella curva dell'energia, tra i quali seleziona il valore più piccolo.

Note la profondità d'acqua e l'altezza critica in una data sezione, si stabilisce se nella sezione stessa il regime della corrente è lento o veloce. Se tale regime è differente da quello che si è verificato nella sezione precedente, la profondità d'acqua appena determinata perde di significato e alla sezione si assegna l'altezza critica.

Nel caso di passaggio da regime supercritico a subcritico tramite risalto idraulico, la corrente perde il carattere gradualmente variato e l'equazione dell'energia non può essere applicata. E'questo il caso tipico del passaggio della corrente sotto i ponti che, in particolare, è affrontato attraverso l'equazione di conservazione della quantità di moto.

Nel caso specifico, per tracciare il profilo di rigurgito in corrispondenza dei ponti si è fatto riferimento al bilancio delle spinte totali a monte ed a valle del generico ponte considerato. Facendo riferimento alla figura, la procedura di stima può essere articolata in tre fasi.

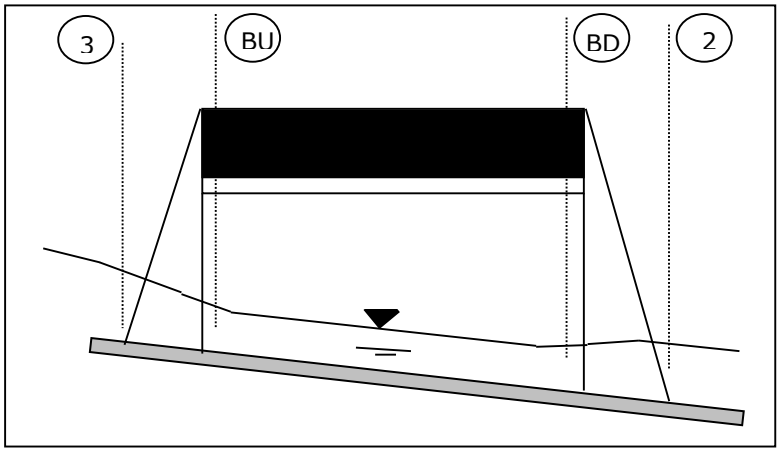


FIGURA 12 - SEZIONI INTERNE ED ESTERNE IN PROSSIMITÀ DEL PONTE

Nella prima si effettua il bilancio delle spinte totali, nel tratto di valle del ponte utilizzando l'equazione:

$$A_{BD}\overline{Y}_{BD} + \frac{\beta_{BD}Q_{BD}^2}{gA_{BD}} = A_2\overline{Y}_2 - A_{PBD}\overline{Y}_{PBD} + \frac{\beta_2 Q_2^2}{gA_2} + F_f - W_x$$

dove A_2 e A_{BD} sono le aree delle sezioni 2 e BD.

APBD rappresenta la parte di area occupata dalle pile del ponte in corrispondenza della sua parte di valle;

$\overline{Y}_2 ; \overline{Y}_{BD}$ rappresentano l'affondamento dei baricentri delle sezioni bagnate A2 e ABD;

$\overline{Y}_{PBD}$ rappresenta l'affondamento del baricentro della sezione APBD;

β2 e βBD sono i coefficienti di ragguaglio della quantità di moto;

Q2 e QBD sono le portate defluenti;

g è l'accelerazione di gravità;

Ff è la perdita di energia per unità di peso del liquido;

Wx è la componente della forza di peso del liquido nella direzione della corrente per unità di peso.

La seconda fase utilizza invece la seguente equazione:

$$A_{BU}\overline{Y}_{BU} + \frac{\beta_{BU}Q_{BU}^2}{gA_{BU}} = A_{BD}\overline{Y}_{BD} + \frac{\beta_{BD}Q_{BD}^2}{gA_{BD}} + F_f - W_x$$

dove il significato dei simboli è analogo all'equazione precedente. Infine, nella fase finale si effettua il bilancio delle spinte totali tra le sezioni a monte del ponte utilizzando la relazione:

$$A_3\overline{Y}_3 + \frac{\beta_3 Q_3^2}{gA_3} = A_{BU}\overline{Y}_{BU} + \frac{\beta_{BU}Q_{BU}^2}{gA_{BU}} + A_{PBU}\overline{Y}_{PBU} + \frac{1}{2}C_d\frac{A_{PBU}Q_3^2}{gA_3^2} + F_f - W_x$$

dove i simboli hanno il significato noto o facilmente intuibile e Cd è un coefficiente di attrito che tiene conto delle perdite per effetto della presenza delle pile del ponte.

Per il tratto in esame, si indicheranno le stazioni identificative delle differenti sezioni trasversali (river stations), numerate in senso decrescente procedendo da valle verso monte. Accanto ad ogni sezione sono indicate le lunghezze in metri che separa la stessa da quella successiva.

Per ciascuna sezione è necessario, inoltre, individuare i coefficienti di contrazione e di espansione, rispettivamente pari a 0.1 e 0.3 che, nei casi più comuni di transizioni graduali in regime subcritico, possono assumere valori maggiori in presenza di ponti rispettivamente pari a 0.3 e 0.5.

Per ciò che concerne le simulazioni oggetto del presente studio, come condizioni al contorno sono state assunte: a monte il tirante di moto uniforme, stimato con la pendenza nota del tratto montano, ovvero pari a 0.03; a valle il tirante di moto uniforme, stimato con la pendenza nota del tratto vallivo, ovvero pari a 0.01.

La scabrezza del tronco in questione è stata stimata attraverso i coefficienti di Manning, desunti dalla letteratura specializzata. In particolare, i coefficienti sono stati fissati a favore di sicurezza, ipotizzando per il canale centrale valori pari a 0.033 e per le zone golenali 0.035.

Per la geometria delle sezioni, infine, si rimanda al paragrafo che segue con la descrizione topografica delle sezioni e delle rispettive sezioni di controllo.

Applicazione di Hec-Ras al Torrente villa nel tratto compreso tra il ponte su via Picarda e piazza delle Corriere

Lo studio idraulico in oggetto ha riguardato il tratto del Torrente Villa in corrispondenza del tratto compreso tra il ponte su via Picarda e la passerella pedonale di Piazza delle Corriere a Ceparana nel Comune di Bolano. Nella figura 4 è riportato lo schema planimetrico delle sezioni rilevate ed utilizzate per il calcolo dei profili (Cfr. Elaborato PD.EG.04.00)



FIGURA 13 - RAPPRESENTAZIONE PLANIMETRICE DELLE SEZIONI DEL TORRENTE VILLA UTILIZZATE AI FINI DEL PRESENTE STUDIO IDRAULICO

Il tratto in analisi per Torrente Villa si estende per circa 1300 metri. Le sezioni trasversali che seguono sono state desunte da appositi rilievi topografici, condotti con strumentazione ad altissima precisione, e per un totale di circa 36 sezioni con rilievo altresì delle opere presenti, quali attraversamenti stradali e pedonali. Più specificatamente, nella figura seguente sono riportati gli andamenti plano-altimetrici delle sezioni fluviali direttamente rilevati in situ.

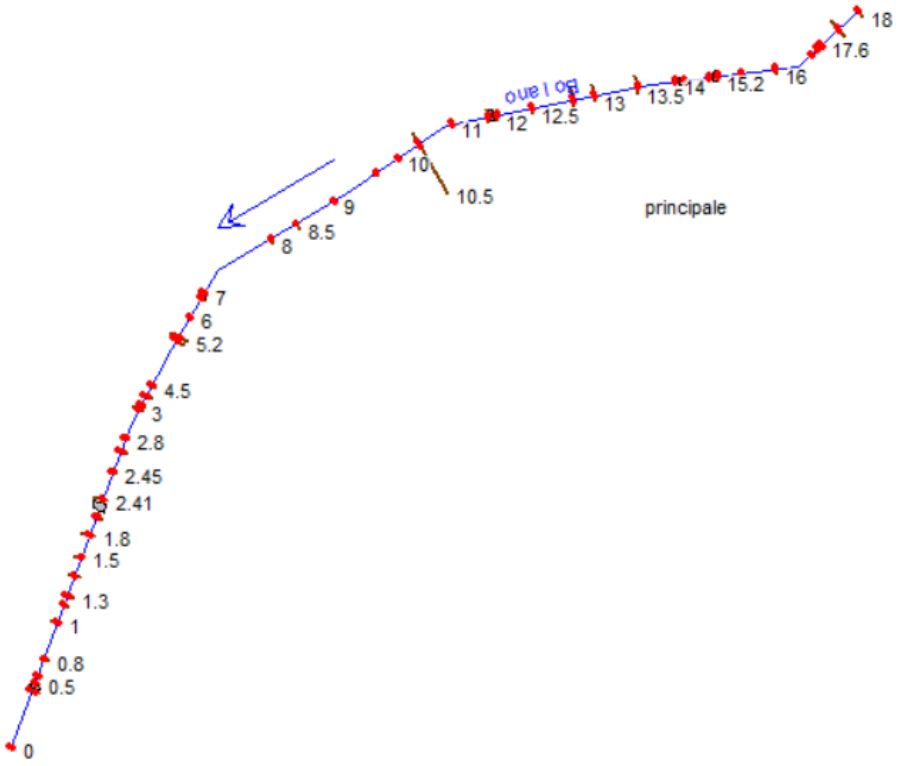


FIGURA 14 - ANDAMENTO PLANO-ALTIMETRICO DELLE SEZIONI

Si rimanda agli elaborati grafici di dettaglio (PD.EG.05.00) per la rappresentazione grafica delle sezioni allo stato di fatto. L'uso del modello HEC-RAS per i valori di portata al colmo relativi al tempo di ritorno T di 200 anni, pari a 61 m3/s, ha evidenziato attraverso la ricostruzione dei corrispondenti profili di moto permanente le situazioni più critiche e di maggiore attenzione per il tratto analizzato e definire quindi, sulla base dei risultati dello stato di fatto gli interventi di sistemazione idrauliche in grado di garantire adeguata sicurezza per tutto il tratto, ovvero un franco di sicurezza di almeno 1 metro.

A seguire è riportato il profilo della corrente per il tratto analizzato (fig. 15).

Per una migliore analisi dei risultati ottenuti con HEC-RAS nelle tabelle che seguono si riportano per le simulazioni con QT=200, e per ciascuna delle sezioni considerate ai fini della descrizione del Torrente Vardano a seguito degli interventi di progetto, l'altezza della corrente ed i valori delle principali grandezze idrauliche:

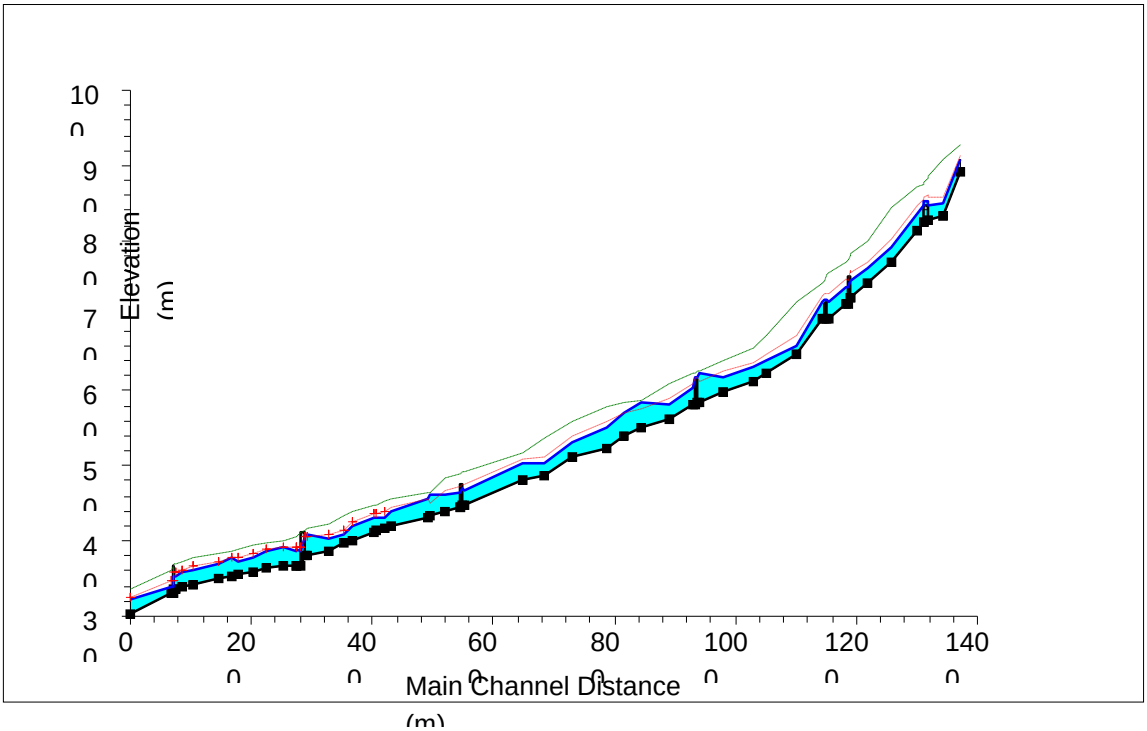


FIGURA 15 - PROFILO DELLA CORRENTE PER T=200 ANNI (STATO ATTUALE)

- numero sezione;
- portata complessiva;
- quota del fondo della sezione;
- quota del profilo della corrente;
- quota del profilo critico della corrente;
- quota del profilo dell'energia della corrente;
- pendenza del profilo dell'energia della corrente;
- velocità della corrente;
- area bagnata;

- numero di Froude;

Simulazione per QT=200 = 61 m^3s^{-1} (stato di fatto)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
principale	18	PF 1	61.00	89.00	90.71	91.40	92.81	0.030029	7.31	10.51	8.95	1.82
principale	17.8	PF 1	61.00	83.29	84.98	85.88	90.81	0.127493	11.02	6.62	15.33	3.32
principale	17.6	PF 1	61.00	82.62	84.68	85.78	88.62	0.037605	8.96	7.50	5.48	2.18
principale	17.5		Bridge									
principale	17.4	PF 1	61.00	82.36	84.71	85.56	87.53	0.022450	7.65	9.03	5.80	1.73
principale	17	PF 1	61.00	81.41	83.63	84.64	87.20	0.032095	8.64	8.11	6.16	2.02
principale	16	PF 1	61.00	77.15	79.08	80.24	84.48	0.125308	10.90	6.23	7.05	3.32
principale	15.5	PF 1	61.00	74.25	76.22	77.17	80.00	0.085102	9.26	7.51	7.51	2.38
principale	15.2	PF 1	61.00	72.51	74.62	75.69	78.12	0.056822	9.03	7.94	6.92	2.23
principale	15.1		Bridge									
principale	15	PF 1	61.00	71.56	73.83	74.76	77.10	0.063383	8.55	7.98	7.04	2.31
principale	14.5	PF 1	61.00	69.69	71.87	72.86	75.67	0.036605	9.21	8.36	7.66	2.06
principale	14.2		Bridge									
principale	14	PF 1	61.00	69.51	71.88	72.68	74.41	0.028403	7.08	9.06	7.63	1.61
principale	13.5	PF 1	61.00	64.75	66.03	67.31	71.90	0.116440	11.94	6.27	6.98	3.42
principale	13	PF 1	61.00	62.28	64.00	64.91	67.26	0.056047	8.90	8.40	8.21	2.35
principale	12.8	PF 1	61.00	61.33	63.06	63.88	65.81	0.051748	7.39	8.51	8.24	2.17
principale	12.5	PF 1	61.00	59.76	61.85	62.50	64.07	0.023621	7.29	10.34	6.71	1.66
principale	12	PF 1	61.00	58.54	62.29	61.14	62.64	0.001721	2.80	27.37	12.23	0.49
principale	11.9		Bridge									
principale	11.8	PF 1	61.00	58.24	60.34	60.91	62.32	0.022151	6.98	10.88	6.95	1.59
principale	11	PF 1	61.00	56.10	58.12	59.09	61.05	0.037137	8.40	9.16	7.93	2.01
principale	10.5	PF 1	61.00	54.97	58.44	57.51	58.60	0.001475	1.90	38.80	57.53	0.38
principale	10	PF 1	61.00	54.01	57.14	57.14	58.40	0.007867	5.28	14.07	6.07	0.99
principale	9.5	PF 1	61.00	52.25	55.21	55.99	57.84	0.034879	8.03	9.31	5.54	1.64
principale	9	PF 1	61.00	51.06	53.22	54.05	56.05	0.028330	7.76	9.06	6.27	1.78
principale	8.5	PF 1	61.00	48.74	50.26	51.22	53.82	0.077958	9.81	7.63	7.40	2.74
principale	8	PF 1	61.00	48.02	50.39	50.82	51.89	0.023557	6.29	11.89	8.85	1.37
principale	7	PF 1	61.00	44.78	46.81	47.52	49.28	0.027853	7.39	9.38	5.74	1.75
principale	6.7		Bridge									
principale	6.5	PF 1	61.00	44.58	46.57	47.29	48.97	0.028466	7.35	9.61	6.43	1.76
principale	6	PF 1	61.00	43.81	46.23	46.80	48.30	0.019230	7.21	10.99	5.91	1.52
principale	5.2	PF 1	61.00	43.38	46.22	45.12	46.44	0.001599	2.32	32.47	16.18	0.45
principale	5	PF 1	61.00	43.23	45.61	45.61	46.37	0.007551	4.14	17.41	12.13	0.92
principale	4.5	PF 1	61.00	42.00	44.07	44.52	45.68	0.015291	5.88	12.11	8.56	1.34
principale	4	PF 1	61.00	41.65	43.20	43.84	45.34	0.037680	6.64	9.93	10.17	1.91
principale	3.5	PF 1	61.00	41.45	43.14	43.65	44.84	0.024349	6.46	11.39	8.49	1.63
principale	3	PF 1	61.00	41.06	43.22	43.54	44.68	0.016872	6.31	12.47	8.13	1.40
principale	2.8	PF 1	61.00	39.99	41.88	42.44	43.94	0.023371	6.67	10.48	6.47	1.62
principale	2.5	PF 1	61.00	39.79	40.83	41.49	43.31	0.062184	7.47	9.26	11.64	2.40
principale	2.45	PF 1	61.00	38.67	40.36	40.95	42.13	0.027180	6.72	11.08	8.38	1.71
principale	2.41	PF 1	61.00	38.17	40.89	40.64	41.62	0.006541	4.40	17.91	9.37	0.89
principale	2.2		Bridge									
principale	2.1	PF 1	61.00	36.81	38.91	39.31	40.55	0.028914	5.66	10.74	5.80	1.36
principale	2	PF 1	61.00	36.73	38.62	39.16	40.47	0.035871	6.19	10.13	6.68	1.57
principale	1.8	PF 1	61.00	36.76	39.15	39.15	40.02	0.012198	4.52	15.16	9.35	0.99
principale	1.5	PF 1	61.00	36.36	38.55	38.83	39.69	0.011130	5.23	13.76	9.78	1.15
principale	1.4	PF 1	61.00	35.84	37.89	38.35	39.36	0.017454	6.18	12.21	9.46	1.42
principale	1.3	PF 1	61.00	35.47	37.38	37.84	38.92	0.018987	5.89	11.92	9.41	1.44
principale	1.2	PF 1	61.00	35.40	37.69	37.83	38.61	0.008985	4.89	15.86	11.01	1.05
principale	1	PF 1	61.00	35.00	37.08	37.20	38.36	0.012294	5.18	12.35	7.37	1.19
principale	0.8	PF 1	61.00	34.14	36.19	36.60	37.70	0.018789	6.38	11.81	7.19	1.46
principale	0.6	PF 1	61.00	33.79	35.98	36.16	37.32	0.013611	5.78	12.95	6.94	1.27
principale	0.5	PF 1	61.00	33.74	35.25	35.79	37.11	0.030248	6.76	10.65	8.92	1.79
principale	0.2		Bridge									
principale	0.1	PF 1	61.00	32.96	34.01	34.66	36.26	0.061128	6.65	9.18	9.02	2.10

FIGURA 16 - SIMULAZIONI CON QT=200

I risultati ottenuti, per una portata con tempo di ritorno duecentennale (Cfr "PD.RT.04 Relazione idrologica) evidenziano una marcata insufficienza idraulica con fenomeni di evidente esondazione nel tratto montano compreso tra via Picarda e l'attraversamento di via Garibaldi, pertanto come sarà evidenziato in seguito gli interventi consisteranno in una risagomatura e leggero allargamento delle sezioni e relativa stabilizzazione delle stesse. Inoltre saranno completamente demoliti e ricostruiti gli attraversamenti compresi tra Via Picarda e via Garibaldi come è meglio evidenziato negli elaborati di progetto.

Profilo idraulico a seguito degli interventi di progetto

Gli interventi che sono stati previsti, al fine di evitare fenomeni di esondazione e garantire un franco di sicurezza pari ad almeno un metro consistono principalmente nella canalizzazione del torrente Villa, ovvero nella:

- risagomatura dell'alveo, con sezioni variabili tra 5 e 7 metri;
- stabilizzazione delle sezioni a sezione rettangolare, mediante la realizzazione di argini in massi ciclopici di grossa pezzatura cementati;
- Realizzazione del fondo alveo in massi ciclopici cementati al fine di diminuire la scabrezza e quindi garantire a parità di portata, tiranti idrici sensibilmente minori, evitando fra l'altro la crescita di vegetazione spontanea che inficerebbe l'ipotesi sui coefficienti di scabrezza;
- Demolizione e ricostruzione degli attraversamenti stradali del tratto di monte (Picarda, loc. Villa, via Garibaldi);
- Demolizione senza ricostruzione di una passerella pedonale (sez.6.7)
- Realizzazione nuovo attraversamento a valle della passerella demolita (sez. 5)

A seguire è riportato il profilo della corrente per il tratto analizzato (fig. 18).

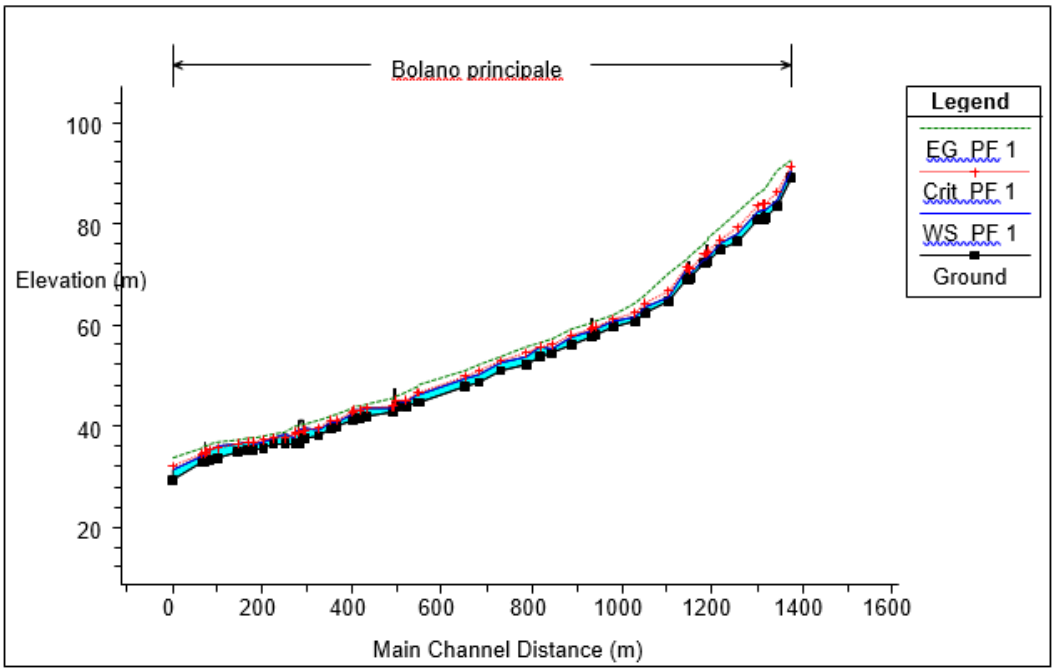


FIGURA 17 - PROFILO DELLA CORRENTE PER T=200 ANNI A SEGUITO DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

Per una migliore analisi dei risultati ottenuti con HEC-RAS nelle tabelle che seguono si riportano per la simulazione con QT=200, e per ciascuna delle sezioni considerate ai fini della descrizione del Torrente Villa a seguito degli interventi di progetto, l'altezza della corrente ed i valori delle principali grandezze idrauliche:

- numero sezione;
- portata complessiva;
- quota del fondo della sezione;
- quota del profilo della corrente;
- quota del profilo critico della corrente;
- quota del profilo dell'energia della corrente;
- pendenza del profilo dell'energia della corrente;
- velocità della corrente;
- area bagnata;
- numero di Froude;

-

Simulazione per $Q_{T=200}$ = 61 m^3s^{-1} (stato di progetto)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
principale	18	PF 1	61.00	89.00	90.72	91.34	92.72	0.030043	6.26	9.75	6.54	1.64
principale	17.8	PF 1	61.00	83.50	84.60	86.20	90.65	0.143699	10.89	5.60	5.68	3.50
principale	17.6	PF 1	61.00	81.20	82.79	84.02	87.23	0.084401	9.33	6.54	4.72	2.53
principale	17.5		Bridge									
principale	17.4	PF 1	61.00	80.90	82.57	83.74	86.63	0.074552	8.92	6.84	4.68	2.36
principale	17	PF 1	61.00	80.80	82.49	83.48	85.77	0.056042	8.01	7.61	5.32	2.14
principale	16	PF 1	61.00	76.50	77.89	79.15	82.46	0.091159	9.47	6.44	5.30	2.75
principale	15.5	PF 1	61.00	74.80	76.13	77.03	79.22	0.057910	7.79	7.83	6.59	2.28
principale	15.2	PF 1	61.00	72.60	73.45	74.36	77.18	0.103818	8.54	7.14	8.35	2.95
principale	15.1		Bridge									
principale	15	PF 1	61.00	72.00	73.08	73.92	76.15	0.069412	7.76	7.86	7.31	2.39
principale	14.5	PF 1	61.00	69.30	70.25	71.15	73.80	0.090295	8.35	7.31	7.71	2.74
principale	14.2		Bridge									
principale	14	PF 1	61.00	69.20	70.94	71.52	72.86	0.028585	6.13	9.94	6.42	1.57
principale	13.5	PF 1	61.00	64.75	65.55	66.56	70.27	0.138780	9.62	6.34	8.28	3.51
principale	13	PF 1	61.00	62.50	63.55	64.21	65.80	0.048030	6.64	9.18	9.42	2.15
principale	12.8	PF 1	61.00	60.70	61.51	62.24	64.30	0.078193	7.39	8.26	10.49	2.66
principale	12.5	PF 1	61.00	59.50	60.66	61.02	61.97	0.024594	5.07	12.03	10.62	1.52
principale	12	PF 1	61.00	58.00	59.14	59.62	60.80	0.032948	5.71	10.69	9.40	1.71
principale	11.9		Bridge									
principale	11.8	PF 1	61.00	57.70	58.94	59.32	60.33	0.024993	5.21	11.70	9.40	1.49
principale	11	PF 1	61.00	56.00	57.57	58.06	59.18	0.029570	5.63	10.84	8.08	1.55
principale	10.5	PF 1	61.00	54.50	55.40	55.98	57.37	0.058966	6.22	9.81	11.89	2.19
principale	10	PF 1	61.00	53.90	55.60	55.60	56.41	0.012559	3.98	15.33	9.59	1.01
principale	9.5	PF 1	61.00	52.25	53.85	54.42	55.73	0.034811	6.06	10.06	7.07	1.62
principale	9	PF 1	61.00	51.05	52.43	52.84	53.86	0.027791	5.29	11.53	9.13	1.50
principale	8.5	PF 1	61.00	48.74	50.18	50.79	52.17	0.039833	6.25	9.76	7.78	1.78
principale	8	PF 1	61.00	48.02	49.57	49.96	50.96	0.025076	5.22	11.68	8.86	1.45
principale	7	PF 1	61.00	44.68	46.24	46.79	48.05	0.033970	5.96	10.23	7.34	1.61
principale	6.5	PF 1	61.00	44.58	46.31	46.69	47.75	0.024381	5.32	11.47	7.46	1.37
principale	6	PF 1	61.00	43.80	44.52	45.12	46.73	0.068834	6.59	9.26	13.22	2.51
principale	5.2		Bridge									
principale	5	PF 1	61.00	42.90	43.56	44.05	45.31	0.059855	5.86	10.41	15.78	2.30
principale	4.5	PF 1	61.00	41.80	43.45	43.45	44.22	0.011983	3.89	15.69	10.29	1.00
principale	4	PF 1	61.00	41.60	43.15	43.26	44.04	0.014836	4.18	14.59	10.10	1.11
principale	3.5	PF 1	61.00	41.40	42.94	43.06	43.85	0.015418	4.24	14.40	10.01	1.13
principale	3	PF 1	61.00	41.00	42.24	42.66	43.71	0.031235	5.36	11.38	9.64	1.58
principale	2.8	PF 1	61.00	40.00	40.83	41.30	42.45	0.039932	5.65	10.89	13.55	2.00
principale	2.5	PF 1	61.00	39.60	40.81	41.08	41.86	0.018151	4.52	13.49	12.31	1.38
principale	2.45	PF 1	61.00	38.00	39.04	39.64	41.09	0.044718	6.35	9.60	9.45	2.01
principale	2.41	PF 1	61.00	37.60	39.73	39.26	40.24	0.005523	3.17	19.25	9.04	0.69
principale	2.2		Bridge									
principale	2.1	PF 1	61.00	36.50	38.90	38.90	40.02	0.013549	4.70	12.98	5.77	1.00
principale	2	PF 1	61.00	36.45	37.61	38.28	39.88	0.046371	6.67	9.14	7.88	1.98
principale	1.8	PF 1	61.00	36.40	38.41	37.68	38.67	0.002545	2.25	27.11	13.50	0.51
principale	1.5	PF 1	61.00	36.30	37.76	37.76	38.50	0.010752	3.80	16.05	11.00	1.00
principale	1.4	PF 1	61.00	35.80	36.96	37.26	38.13	0.021920	4.79	12.73	11.00	1.42
principale	1.3	PF 1	61.00	35.30	36.49	36.77	37.62	0.020428	4.70	12.98	10.87	1.37
principale	1.2	PF 1	61.00	35.20	36.86	36.68	37.46	0.007689	3.42	17.82	10.74	0.85
principale	1	PF 1	61.00	35.00	36.50	36.50	37.25	0.010763	3.84	15.90	10.60	1.00
principale	0.8	PF 1	61.00	33.70	35.87	35.67	36.66	0.009621	3.96	15.42	7.25	0.87
principale	0.6	PF 1	61.00	33.40	35.42	35.42	36.42	0.012342	4.42	13.80	6.94	1.00
principale	0.5	PF 1	61.00	33.20	34.43	34.94	36.19	0.033385	5.89	10.36	8.46	1.70
principale	0.2		Bridge									
principale	0.1	PF 1	61.00	32.96	34.23	34.62	35.67	0.025639	5.31	11.48	9.02	1.50

FIGURA 18 - SIMULAZIONE A SEGUITO DEGLI INTERVENTI CON $Q_{T=200}$

Lo studio idraulico condotto sul tratto del Torrente Villa del Comune di Bolano, ha evidenziato che a seguito degli interventi di progetto (risagomatura con stabilizzazione del fondo e delle sponde mediante, rifacimento di n.4 attraversamenti) non si presentano condizioni di criticità rilevanti in condizioni di piena eccezionale, ovvero corrispondente ad una portata con tempo di ritorno pari a 200 anni, garantendo in ciascuna sezione un franco adeguato per le condizioni di sicurezza previste dalla normativa vigente.

Aspetti naturalistici

Il sistema vegetazionale e agricolo forestale

I caratteri del paesaggio vegetale sono da mettersi in relazione con il clima, la geomorfologia, l'altitudine e con il grado e il tipo di antropizzazione delle diverse aree. L'esposizione dei versanti vallivi assume un ruolo importante nel determinare la diffusione di determinati tipi vegetazionali. La componente "vegetazione forestale" riveste un ruolo molto importante nella caratterizzazione dell'assetto paesaggistico del Comune di Bolano. Infatti, il territorio comunale è coperto per ben il 52% da superficie forestale, mentre le aree agricole riguardano il 32% del territorio. L'attuale paesaggio è inoltre strettamente legato alle vicende storiche ed economiche che hanno influenzato le attività selvicolturali e l'agricoltura.

Caratteristiche vegetazionali

Le quote variano dai 15 m s.l.m., che si rilevano in corrispondenza del fiume Vara, ai 596 m s.l.m. del M. Grosso, che rappresenta il punto più elevato del sistema collinare M. ZecchinoIl Poggio – M. Grosso. Partendo dal crinale montuoso orientato in direzione SE-NO si distingue il versante rivolto a NE, quasi totalmente boscato e caratterizzato da pendenze elevate, dal versante rivolto verso la vallata del Vara dove si sono sviluppate le attività agricole e sono localizzati gli insediamenti di Bolano e Montebello. Le aree boscate sono in questo versante diffuse nelle aree maggiormente in pendenza e lungo i principali impluvi. La parte pianeggiante si presenta fortemente urbanizzata per quanto riguarda la fascia a monte dell'esistente tracciato autostradale mentre nella zona a valle è caratterizzata, prevalentemente, da coltivi e aree perifluviali con vegetazione spontanea. I coltivi rappresentano in totale il 32% del territorio e sono costituiti in prevalenza da oliveti e da vigneti (superficie pari al 74% delle aree agricole). Le aree boscate costituiscono il 52% del territorio e sono rappresentate prevalentemente da boschi cedui di castagno. Da un punto di vista fitoclimatico il territorio è inquadrabile in parte nella zona fredda del Lauretum ed in parte nella zona del

Castanetum. La parte terminale della Val di Vara presenta un clima più simile alla Valle del Magra con alcune caratteristiche di mediterraneità rispetto alle aree più interne soggette ad un clima di tipo mediterraneo-montano.

Piano basale - Orizzonte mediterraneo (zona fitoclimatica: Lauretum).

- Coltivi: nelle aree di pianura i coltivi hanno preso il posto dell'originaria selva planiziaria. I coltivi, costituiti per la maggior parte da oliveti, occupano in maniera abbastanza continua la prima fascia collinare.

- Sclerofille sempreverdi mediterranee: boschi o macchie caratterizzate dalla presenza di Quercus ilex o di altre piante mediterranee. Gran parte dell'area occupata in passato da questi boschi è stata utilizzata a coltivo. Lembi di vegetazione mediterranea si ritrovano sul versante orientale M. Zecchino sul confine del territorio comunale; il limite altitudinale superiore è di 300 m. s.l.m. Elementi mediterranei come Arbutus unedo e Erica arborea si ritrovano spesso anche in altri tipi di bosco ed in special modo nel sottobosco delle pinete di pino marittimo.

- Pinete di pino marittimo: Tali formazioni si estendono dall'orizzonte delle sclerofille sempreverdi mediterranee a quello superiore delle querce caducifoglie, coprendo una fascia altitudinale ampia. Le aree più estese sono in località Costa di Canevella e Craviella. Un pericolo potenziale per i boschi a pino marittimo del Caprione è costituito inoltre dalla presenza della cocciniglia Matsucoccus feytaudi in alcune pinete della bassa Val di Magra. Il sottobosco delle pinete è spesso costituito da elementi della macchia: Erica arborea, Arbutus unedo, insieme a felci (Pteridium aquilinum) e specie più mesofile dei Querco Fagetea e dei Quercetea robori-petraeae.

Piano basale - Orizzonte sub-mediterraneo (zone fitoclimatiche: Lauretum e Castanetum).

Boschi di querce caducifoglie:

1. boschi di roverella (Quercus pubescens), spesso mescolata all'orniello (Fraxinus ornus), diffusi soprattutto nei versanti più caldi;

2. boschi di cerro: formazioni inquadrabili nei Quercetalia pubescentis.

L'azione dell'uomo ha trasformato una larga parte dei boschi originari di querce in castagneti, coltivi e pascoli, per cui l'area potenziale di distribuzione di questi boschi è senza dubbio maggiore

della loro estensione attuale. I fenomeni di abbandono delle campagne hanno favorito il ritorno di questi consorzi sui terreni abbandonati dall'uomo. Diffusione loc. Debbio e Tassonara. Le querce caducifoglie possono formare inoltre boschi misti con orniello, carpino nero e castagno.

- Boschi di robinia: la robinia è una specie esotica, spesso utilizzata per il

consolidamento delle scarpate, che si è diffusa a danno delle specie spontanee; tra le specie

del sottobosco frequenti si ritrovano Sambucus nigra, Rubus sp., Prunus spinosa.

- Vegetazione ripariale: lungo i principali impluvi si ritrovano lembi di vegetazione riparia

costituita da salici, pioppi, carpino nero e nei tratti meglio conservati da Alnus glutinosa.

Frequentemente in tali ambienti si verifica l'ingresso della robinia che tende a espandersi a

danno delle specie spontanee.

- Boschi di Castagno: sono le formazioni boschive meglio rappresentate nell'area considerata. Il castagno è stato diffuso gradualmente, in tempi storici, su terreni acidi derivanti da roccia silicea, a danno soprattutto dei cerreto-carpineti. Fino all'ultima guerra mondiale parte dei boschi di castagno era composta da castagni da frutto. Negli ultimi decenni i boschi di castagno hanno subito notevoli modificazioni causate dai gravi attacchi di Endothia parasitica e dall'abbandono delle pratiche colturali indispensabili alla manutenzione dei castagneti da frutto. Si è trattato soprattutto di trasformazioni spontanee che hanno portato in alcuni casi, soprattutto nei luoghi più freschi e umidi

come impluvi e vallette, alla comparsa di altre latifoglie (frequentemente Ostrya carpinifolia) da vecchie ceppaie o per disseminazione naturale fino alla formazione di un bosco misto; in altri casi, ad una degradazione verso arbusteti ad ericacee nei quali si è potuto insediare il pino marittimo. I boschi di castagno occupano tutto il settore settentrionale del territorio comunale ed una vasta area tra Solegnana e Tirolo.

Caratteristiche agricole

Il Comune di Bolano, classificato dal PTC Comune Urbano, è caratterizzato dalla presenza diffusa di appezzamenti agricoli. Tali appezzamenti, residuali nella zona di pianura, divengono più frequenti nella zona pedecollinare, dove vengono coltivate piccole superfici frammiste agli edifici. La zona collinare è caratterizzata da una maggiore diffusione dell'attività dove l'agricoltura caratterizza il paesaggio. Per le aree agricole possono quindi essere definite tre zone principali:

1. l'area che, a partire dalla zona pedecollinare, risale la pendice in località Montebello;

2. l'area collinare tra Bolano e Ceparana (La Villa e il Debbio);

3. l'area agricola di Pianura

Le superfici coltivate si intersecano a superfici boscate in larga misura derivate dall'abbandono delle coltivazioni. Gli ex coltivi più estesi sono localizzati prevalentemente nella parte alta del territorio comunale al confine dell'area boscata. Il bosco diviene più frequente avvicinandosi progressivamente alla zona di crinale fino a caratterizzare l'uso del suolo nelle pendici a quota più elevata e a pendenza maggiore. Le superfici a bosco sono state rilevate in base alle caratteristiche fisionomiche e floristiche della vegetazione presente. In tale categoria possono rientrare anche gli appezzamenti di terreno agricolo per i quali la vegetazione insediatasi definisce formazioni forestali vere e proprie.

Per tale motivo, alcune aree boscate possono originare da abbandono anche relativamente

recente della coltivazione.

Caratteristiche forestali

La normativa definisce bosco "il terreno coperto da vegetazione forestale arborea e/o arbustiva, di origine naturale o artificiale, in qualsiasi stadio di sviluppo nonché il terreno temporaneamente privo della preesistente vegetazione forestale arborea e/o arbustiva per cause naturali o per interventi dell'uomo". In tale categoria rientrano, oltre ad altri casi diversamente specificati, anche gli appezzamenti di terreno agricolo incolti da almeno 15 anni ed effettivamente, intercorso tale periodo, la vegetazione insediatasi definisce formazioni forestali vere e proprie. La superficie forestale complessiva è pari a 772,43 Ha che corrisponde al 52% di copertura del territorio del Comune. Dal punto di vista della forma di governo, prevale nettamente il bosco ceduo (semplice e composto) che, distribuito su 660,81 Ha, rappresenta il 92% della superficie boscata. La porzione di superficie forestale residua è occupata da fustaie (4% - 29,2 Ha) e da altre formazioni rappresentate da formazioni riparie (3% - 22,2 Ha) e da arbusteti e cespuglieti (1% - 10,8 Ha).

Boschi cedui

La tipologia di bosco ceduo più rappresentata è il ceduo semplice di castagno allo stato puro presente su una superficie di tot 464 Ha pari al 70% della totalità dei boschi cedui. Il castagno, in consociazione con altre specie forma boschi cedui semplici misti che occupano una superficie di 122 Ha (19% dei cedui) . Tipologie meno rappresentate sono costituite da cedui semplici di querce caducifoglie (55 ha pari all'8% dei cedui) e di robinia (18 ha pari al 3% dei cedui). Il ceduo composto è presente su 49,35 Ha e la componente a fustaia è costituita da pino marittimo (ceduo sotto fustaia di resinose).

Fustaie

I boschi di alto fusto sono prevalentemente costituiti da pino marittimo allo stato puro (26 ha pari all'89% delle fustaie). Ridotti lembi di territorio sono caratterizzati dalla presenza di fustaie di cerro (5% delle fustaie), roverella (2%) e miste di resinose (essenzialmente pino marittimo) e latifoglie(4%).

Altre formazioni

Le altre formazioni sono costituite da arbusteti (10,8 ha) e formazioni riparie (22 ha). Di particolare pregio, lungo il corso del Vara è la presenza di lembi di vegetazione ripariale costituita da:

Vegetazione erbacea delle zone umide:

1) vegetazione sommersa di acque stagnanti costituita da specie idrofite.

2) vegetazione erbacea di sponda, natante ed emersa: principalmente costituita da associazioni dell'ordine Phragmitetalia. Diffusione: lungo le rive dei corsi d'acqua e dei canali dove la corrente è piuttosto lenta. - Vegetazione terofitica dei greti fluviali: caratterizzata dalla presenza di piante erbacee annuali colonizzatrici di depositi ghiaioso-sabbiosi, spesso con invasione di specie provenienti dalle colture.

Vegetazione arbustiva e arborescente a Salix sp. pl.:

fascia vegetazionale che svolge una importante opera stabilizzatrice del substrato alluvionale. L'associazione vegetale più diffusa è il Saponario-Salicetum purpureae (Br.-Bl. 1930) Tchou 1946 che si differenzia in sottoassociazioni corrispondenti a diversi stadi dinamici. Le formazioni arbustive pioniere a S. purpurea (subass. agrostietosum) rappresentano fasi meno evolute mentre i saliceti più stabili sono caratterizzati uno strato arboreo più sviluppato e dominato da Salix eleagnos (subass. salvietosum). La facies tipica dell'associazione rappresenta una situazione evolutiva intermedia. - Boschi di latifoglie meso-igrofile: tipo di vegetazione più evoluto, caratterizzato dalla presenza di Alnus glutinosa. (Alno-Fraxinetum oxycarpae). Questi boschi succedono ai saliceti nella fascia più lontana dalla riva ma ancora soggetta ad inondamento, spesso in contatto con gli argini lungo i quali possono risalire.

Reti ecologiche e sistemi agroforestali

Il basso corso del Vara rappresenta un importante corridoio biologico ed è caratterizzato dalla presenza di 5 tipi di habitat di cui all'allegato 1 della direttiva CEE 43/92 (direttiva HABITAT). Numerose sono le emergenze biologiche censite (Di.Pro.Ve.UNIMI, 2000) tra le quali 4 specie vegetali e 81 specie animali rappresentate da 2 specie di invertebrati, 15 specie di pesci, 6 specie di anfibi, 8 specie di rettili, 50 specie di uccelli. Si tratta di specie tutelate da normative regionali, nazionali e comunitarie (L.R.9/84, da L.R.4/92, L.503/81, Direttiva CEE 43/92, Convenzione di Berna, Direttiva CEE 409/79). Assumono particolare importanza le segnalazioni di diverse specie ornitiche indicatrici di buona qualità degli habitat.

Le barriere ecologiche artificiali, costituite da assi viari, aree edificate e da alcune opere idrauliche, pur non rappresentando quasi mai barriere assolute per la fauna esistente, rivestono un ruolo negativo isolando le aree che offrono migliori condizioni ambientali come l'area del Parco Fluviale e la zona collinare di Bolano.

Il collegamento con la parte collinare del territorio, in grado di offrire buone condizioni ambientali e una certa differenziazione degli habitat è costituito attualmente da corridoi ecologici costituiti da fossi, canali (caratterizzati da sponde in parte artificiali), aree agricole coltivate e aree agricole abbandonate in fase di colonizzazione da parte della vegetazione spontanea.

Il sistema faunistico

La zona umida del Magra può essere considerata come oasi faunistica per la sosta e lo svernamento di numerose specie: airone cenerino, airone rosso, tuffetto, garzetta, tarabuso, tarabusino, nitticora, germano reale, canapiglia, codone, fischione, alzavola, marzaiola, moretta, gallinella d'acqua, pavoncella, cavaliere d'Italia, piro piro culbianco, piro piro boschereccio, gruccione, ecc

Nella zona di Montemarcello tra i mammiferi sono presenti: cinghiale, riccio, scoiattolo, ghiro, tasso donnola, faina.

L'avifauna comprende uccelli di macchia (occhiocotto, capinera, magnanina), di radura (upupa, cardellino), di bosco (tordo, pettirosso, fringuello, picchio rosso minore), di pineta (tortora, colombaccio), rapaci (gheppio, poiana, gufo reale), uccelli marini (gabbiano, sterna, sula, svasso).

Nel Parco, la fauna minore (anfibi, rettili, invertebrati d'acqua dolce) gioca un importante ruolo per la conservazione della biodiversità e per il mantenimento degli equilibri biologici dell'ambiente naturale, come per esempio corsi d'acqua, aree umide e grotte carsiche.

Tra le specie più significative la lampreda di mare (Petromyzon marinus), al centro del progetto LIFE P.A.R.C., che compie il suo ciclo biologico nelle acque dei fiumi Magra e Vara, unico sito certo in Italia per la riproduzione di questa specie. Altrettanto significativa la presenza dell'ululone appenninico dal ventre giallo (Bombina variegata pachypus) bioindicatore dello stato di salute dell'ambiente fluviale e del paesaggio agricolo tradizionale della Val di Vara. La fauna del Parco è molto varia così come i suoi ambienti.

I mammiferi sono rappresentati da carnivori quali volpi, faine, donnole, tassi, da insettivori quali ricci e talpe e da roditori come ghiri, scoiattoli, topi quercini e moscardini. Negli ultimi anni ha avuto grande diffusione anche il cinghiale.

Tra i chirotteri si trovano il rinolofo minore e l'euriale, alcuni vespertilionidi tra cui il pipistrello nano, il serotino e la nottola. Sono presenti rapaci diurni come la poiana, lo sparviere e il gheppio e rapaci notturni come l'allocco, la civetta, l'assiolo e il barbagianni. Importante è la presenza dell'avifauna legata agli ambienti acquatici tra cui l'usignolo di fiume, la garzetta e l'airone cenerino, il martin pescatore e il gruccione.

Molte sono le varietà di rettili, insetti e anfibi, come il geco comune, l'orbettino e il biacco, le farfalle, il raro ululone appenninico dal ventre giallo, i tritoni, le salamandre e geotritone. Tra la fauna ittica è da ricordare la lampreda di mare e la trota autoctona trota fario oltre alla cheppia, il vairone, la rovella e il barbo comune.

Avifauna

Le valle del fiume Magra rappresenta un'importante via migratoria per l'avifauna legata agli ambienti acquatici. Vicino al fiume è possibile distinguere il caratteristico canto dell'usignolo di fiume (Cettia cetti), tipico abitante dei canneti. Sul greto fluviale non è difficile osservare la garzetta (Egretta garzetta) e l'airone cenerino (Ardea cinerea) mentre le acque tranquille dei laghetti perifluviali ospitano numerose anatre migratrici (Anas sp.). Dove le acque dei fiumi Vara e Magra scorrono più lente, si può osservare il martin pescatore (Alcedo atthis) appoggiato sui rami più bassi dei salici vicini all'acqua, pronto a tuffarsi per catturare piccoli pesci o insetti. La foce del fiume Magra nei pressi di Fiumaretta e Bocca di Magra è invece un'area di particolare interesse per osservare gabbiani reali (Larus argentatus) e comuni (Larus ridibundus), marangoni dal ciuffo (Phalacrocorax aristotelis desmarestii) e sterne beccapesci (Sterna sandvicensis), mentre il tratto di mare antistante la foce è meta di tuffetti (Tachybaptus ruficollis), smerghi (Mergus sp.), svassi (Podiceps cristatus), orchi (Melanitta fusca) e orchetti marini (Melanitta nigra) oltre che cormorani (Phalacrocorax carbo) ed edredoni (Somateria mollissima).

Gli argini sabbiosi del fiume ospitano specie importanti quali il gruccione (Merops apiaster) (Linkare alla scheda del Gruccione) e il topino (Riparia riparia). Nella piana di Marinella è presente anche l'airone guardabuoi (Bubulcus ibis).

L'avifauna del promontorio del Caprione comprende le specie che vivono nella zona costiera come il corvo imperiale (Corvus corax) e il gheppio (Falco tinnunculus) e gli abitanti della macchia come l'occhiocotto (Sylvia melanocephala), la capinera (Sylvia atricapilla) e il cardellino (Carduelis carduelis). Importante è la presenza di numerosi rapaci notturni come l'allocco (Strix aluco), la civetta (Athene noctua), l'assiolo (Otus scops) e il barbagianni (Tyto alba). Tra i rapaci diurni si trovano la poiana (Buteo buteo) e lo sparviere (Accipiter nisus).

Fauna minore

La fauna minore (anfibi, rettili, invertebrati d'acqua dolce) gioca un importante ruolo per la conservazione della biodiversità e per il mantenimento degli equilibri biologici dell'ambiente naturale, come per esempio corsi d'acqua, aree umide e grotte carsiche.

Tra i crostacei da segnalare la presenza del granchio d'acqua dolce (Potamon fluviatile).

Tra gli anfibi le specie più minacciate a livello regionale sono il raro ululone appenninico (Bombina pachypus), il rospo smeraldino (Bufo viridis), il tritone crestato (Triturus carnifex) e la raganella comune (Hyla arborea), oltre alla rana temporaria (Rana temporaria), rara in provincia della Spezia, alla rana appenninica (Rana italica) e alla salamandra pezzata (Salamandra salamandra), la cui presenza è da considerare di particolare pregio. Presente anche il tritone alpestre (Triturus alpestris). Negli ambienti carsici e nelle grotte di Pignone e Riccò del Golfo troviamo il geotritone .

Tra i rettili invece ci sono il geco comune (Tarantola mauritanica), la lucertola (Podarcis muralis), l'orbettino (Anguis fragilis) e il biacco (Coluber viridiflavus). Sul promontorio del Caprione sono presenti anche il ramarro (Lacerta viridis) e la natrice dal collare (Natrix natrix).

Mammiferi

Sul Caprione i mammiferi sono rappresentati da carnivori quali la volpe (Vulpes vulpes), la faina (Martes foina), la donnola (Mustela nivalis), il tasso (Meles meles), da insettivori quali il riccio (Erinaceus europaeus) e la talpa (Talpa europaea) e da roditori come lo scoiattolo (Sciurus vulgaris), il topo quercino (Eliomys quercinus), il ghiro (Glis glis) e il moscardino (Muscardinus avellanarius).

Negli ultimi anni ha avuto grande diffusione anche il cinghiale (Sus scrofa), mammifero introdotto per scopi venatori ed ora radicato molto bene, grazie alle sue straordinarie doti di resistenza e adattabilità.

Tra i chirotteri si trovano il rinolofo minore (Rhinolophus hipposideros), e l'euriale (Rhinolophus euryale), alcuni vespertilionidi tra cui il maggiore (Myotis myotis), il Pipistrello nano (Pipistrellus pipistrellus), il Serotino (Vespertilio serotinus) e la Nottola (Nyctalus noctula).

Fauna ittica

Nel complesso la fauna ittica del bacino Magra-Vara è molto varia: sono state censite diverse specie di particolare rilievo scientifico e gestionale.

Tra queste ricordiamola la tinca (Tinca tinca), il cobite (Cobitis bilineata), il cavedano comune (Leuciscus cephalus) e la trota mediterranea autoctona (Salmo cettii). Quest'ultima specie di particolare interesse locale in quanto il suo areale di distribuzione è molto limitato.

Nei fiumi sono inoltre presenti specie alloctone tra le quali il persico sole (Lepomis gibbosus), il persico trota (Micropterus salmoides), il pesce gatto (Ameiurus melas) e la gambusia (Gambusia holbrooki).

Nei fiumi Magra e Vara è presente la lampreda di mare (Petromyzon marinus), quasi estinta nelle acque interne. Il comprensorio Magra-Vara risulta uno dei pochi siti certi in Italia per la riproduzione di questo pesce.

Il sistema delle risorse ambientali

Aria

La quantità di inquinanti introdotti nell'atmosfera da attività umane, nonché da sorgenti naturali, influenza notevolmente la composizione dell'aria. Le attività umane che contribuiscono su scala locale al deterioramento della qualità dell'aria e che pertanto influenzano la salute umana, la vegetazione ed il patrimonio artistico, determinano anche su scala globale, modificazioni della composizione dell'atmosfera che comportano i ben noti problemi quali l'incremento dell'effetto serra e la riduzione dello strato di ozono nella stratosfera. Gli effetti ambientali prodotti dall'immissione in atmosfera di sostanze inquinanti sono difficilmente valutabile, in quanto esse si diffondono in maniera del tutto casuale e variabile in funzione non solo delle caratteristiche geomorfologiche ed orografiche delle zone interessate ma anche delle caratteristiche climatiche che si hanno al momento dell'immissione e delle reazioni di trasformazione ed interazione fra i singoli componenti inquinanti. Una corretta azione di pianificazione, quindi, partendo dalla conoscenza del territorio e della distribuzione di tutte le fonti emittenti, già in essere e previste, e dalla valutazione dei dati provenienti dalle reti di monitoraggio disponibili, dovrà perseguire l'obiettivo globale della sostenibilità ambientale impostando azioni non solo nel senso della salvaguardia della qualità dell'aria, ma di una strategia che affronti il problema in termini di pianificazione generale tenendo conto delle potenzialità del territorio, delle sue vocazioni e di tutte le sue problematiche. Sul territorio ligure insistono diverse reti di monitoraggio della qualità dell'aria, sia pubbliche che private, che si sono integrate nel Sistema Informativo Regionale Ambientale. I settori che maggiormente contribuiscono al fenomeno dell'inquinamento in Liguria sono rappresentati dai seguenti settori: Per le aree urbane di Genova, Savona e La Spezia all'impatto rappresentato dalla presenza delle tre centrali ENEL si sommano i problemi relativi all'intenso traffico veicolare e l'apporto di inquinanti dovuti alla presenza di attività marittime ed industriali. Per la tutela della qualità dell'aria, gli intenti programmatici di Agenda 21 Locale mirano a considerare oltre i settori che maggiormente contribuiscono all'inquinamento atmosferico in termini quantitativi (le centrali termoelettriche; traffico veicolare; processi di combustione nell'industria e nel terziario; attività marittime; processi

produttivi) anche quelle categorie di attività che per diffusione sul territorio e specifica locazione possono costituire problemi da un punto di vista locale. E' il caso di autocarrozzerie e distributori di benzina.

Il Livello Locale

Il territorio comunale di Bolano non è interessato da importanti attività inquinanti, per questo motivo le emissioni in atmosfera provengono essenzialmente dal traffico veicolare, dal riscaldamento domestico e soltanto in minima parte dalle emissioni di attività produttive. Dal 1988 (D.P.R. 203/88) le imprese che nella loro attività producono emissioni inquinanti in atmosfera devono munirsi di una speciale autorizzazione, rilasciata dalla Provincia; la recente normativa (L.R. 21 giugno 1999 n. 18 recante "Adeguamento delle discipline e conferimento delle funzioni ad enti locali in materia di ambiente, difesa del suolo ed energia" all'art.63) ha stabilito che sono di competenza del Comune le funzioni relative al procedimento amministrativo in materia di autorizzazione e controllo alla costruzione ed esercizio degli impianti che possono accedere a procedimento mediante autocertificazione di competenza comunale individuabili tra le attività a ridotto inquinamento atmosferico ai sensidel D.P.R. 25 luglio 1991, più puntualmente disciplinate da Deliberazioni della Giunta Comunale relative a specifiche attività.

L'area della piana di Ceparana, grazie alla posizione favorevole, allo spazio disponibile, alle vie di collegamento ed alla facilità di approvvigionamento idrico, nell'ultimo ventennio ha visto un notevole incremento degli insediamenti produttivi. Tra il Novembre 2OO1 ed il Gennaio 2OO2 sono state censite nell'area di Ceparana-Lagoscuro numerose attività industriali, artigianali, commerciali tra le quali si evidenziano diverse carrozzerie, industrie di lavorazioni metalliche (fonderie, carpenterie, elettromeccaniche e meccaniche) industrie delle lavorazioni del legno (mobilifici e falegnamerie), un colorificio, una lavanderia industriale, un'industria di torrefazione del caffè: Autocarrozzeria Cuffini – Autocarrozzeria Tonelli - Autocarrozzeria Chiappino - Autocarrozzeria Barbatano – Autocarrozzeria Carmotors - Ditta Schiffini Mobili e cucine - Falegnameria Lombardi - Ricciardi Giuliano falegnameria - Inda arredamenti - Colorificio Tirreno - Italcaffè.

Tra i maggiori inquinanti prodotti ed emessi da queste attività si evidenziano il materiale particellare, il monossido di carbonio, dovuto alle attività di combustione e alle lavorazioni meccaniche, e sostanze organiche volatili dovute ad operazioni quali la verniciatura. Nel Comune sono state operanti fino al 2OO2 due cabine di monitoraggio collocate nella frazione di Ceparana e nell'abitato di Bolano; attualmente quest'ultima è stata trasferita in località Tirolo. I dati elaborati dalla Provincia della Spezia - Area Ambiente relativi agli anni dal 1984 al 1999 si riferiscono alle concentrazioni annuali rilevate dalle due cabine per le concentrazioni di polveri e di biossido di zolfo. Il trend dei dati forniti evidenzia una diminuzione delle polveri, mentre l'andamento del biossido di zolfo risulta altalenante, pur rimanendo al di sotto dei limiti di legge.

Altre azioni di monitoraggio sono state effettuate da ARPAL con mezzi mobili presso le località di Ceparana nel periodo dal 14 gennaio 2OO2 al 13 febbraio 2OO2 e nel periodo dal 15 gennaio al 13 febbraio del 2OO4; utilizzando invece la cabina fissa di Tirolo ARPAL ha fornito dati relativi a tutto il 2OO3. I parametri presi in esame nella prima campagna sono stati: CO, NO-NO2, O3, SO2, PM1O, PTS e metalli (Pb, Cd). Il parere espresso da ARPAL relativamente ai dati validati nel periodo di monitoraggio è che i parametri misurati sono risultati, in gran parte, ampiamente entro i limiti previsti dalla vigente normativa (D.M.O2.O4.2OO2). In alcuni giorni si sono avuti

superamenti dei valori minimi solo per quelli relativi alle polveri della frazione PM1O, che hanno consentito di segnalare una situazione di potenziale superamento del valore limite annuale per la protezione della salute umana. Non significative sono, invece, risultate le concentrazioni di metalli determinate tramite deposizione di PTS su filtro (Piombo). Per quanto riguarda, invece, la seconda campagna, relativa al 2OO4, i parametri esaminati sono stati CO, NOx, NO, NO2, O3, SO2, PM1O. Relativamente agli inquinanti gassosi O3, SO2 e CO non si registra alcun superamento dei valori limite definiti dalla normativa vigente, per quanto riguarda gli ossidi di azoto il valore limite anno civile (DM 6OI2OO2) che per il 2OO4 è GL J P 3 risulta relativamente alle medie giornaliere quasi sempre superato e anche la PHGLD GHO SHULRGR SDUL D J P3 risulta esser superiore al suddetto valore limite. Il valore medio del parametro PM1O è di 66 gIm3 . Su 25 giorni di campionamento il valore limite delle 24 ore comprensivo del margine di tolleranza viene superato 17 volte. Il Comune ha avviato inoltre una collaborazione con l'Università degli Studi di Pisa nella

conduzione di una campagna di biomonitoraggio dell'ozono della durata di mesi tre (giugnoagosto 2OO3) attraverso l'impiego di kit operativi, costituiti da germinelli di tabacco dell'indicatore il danno visibile che compare sulla superficie fogliare. Il kit, costituito da una cassetta di dimensioni 1Ox15, è stato installato presso la sede del Comune di Bolano di Piazza Castello ed è settimanalmente seguito da personale della Facoltà di Scienze Ambientali di Pisa.

Gli aspetti qualificanti di questa metodologia sono:

1) notevole sensibilità all'ozono: evidenti sintomatologie fogliari si presentano quando la concentrazione dell'inquinante supera soglie di 4O-5O ppb per esposizioni della durata di 4-5 ore, valori che, come è noto, sono al di sopra del background naturale e sono associabili alla produzione fotochimica del gas;

2) tipicità e specificità dei sintomi, che si presentano sotto forma di aree necrotiche tondeggianti aventi dimensioni iniziali di alcuni centimetri su entrambe le pagine fogliari, con evoluzione temporale sia nella disposizione (dall'apice alla base della lamina nelle foglie in espansione) che nel colore (dal grigio scuro delle lesioni fresche all'avorio di quelle mature) e tali da permettere anche di datare con buona approssimazione gli eventi fitotossici.

3) Correlazione tra intensità del danno fogliare e dose di ozono alla quale le piante sono esposte, espressa secondo diversi descrittori matematici

4) Buona resistenza ad altri fattori di stress.

Da evidenziare comunque che il comportamento delle piante in presenza di ozono non è semplicemente funzione della concentrazione dell'inquinante: fattori riguardanti la pianta (condizioni fisiologiche, stadio di sviluppo, stato sanitario) ed ambientali (stato idrico del suolo, intensità luminosa, fotoperiodo e temperatura) possono talvolta giocare un ruolo determinante nelle relazioni dose risposta.

Il kit di Bolano fa parte di un'ampia rete di monitoraggio costituita da 21 stazioni dislocate in varie zone della provincia. In tutte le stazioni, al termine di ogni settimana di rilevamento, i germinelli del

tabacco Bel-W3 (supersensibile all'ozono) hanno manifestato sin dall'inizio della campagna i tipici sintomi fogliari dovuti all'inquinante. E' accertato e verificato dalla conoscenza dei dati ottenuti mediante i metodi di analisi convenzionale, che i livelli di background naturale (2O-4O ppb) sono stati ampiamente superati, così come la soglia di tossicità per la manifestazione del danno visibile sulla cultivar sensibile (4O-5O ppb per 4-5 ore di esposizione).

Gli Indici di Danno Cotiledonare (IDC) maggiori si sono riscontrati a San Venerio, Bolano e Riccò del Golfo. A livello temporale, i valori più elevati di IDC si sono rilevati nella terza settimana, mentre quelli più bassi nella settima. Da questo studio si ricava che le concentrazioni di questo inquinante sono maggiori in zone distanti dai centri urbani, lontane dalle fonti di emissioni di NO (traffico veicolare) responsabile della deplezione dell'ozono. Inoltre il tossico può subire processi di trasporto ad opera del vento. ("La distribuzione dell'ozono al suolo in Provincia della Spezia nell'estate 2003: uno studio mediante l'uso di tecniche di monitoraggio convenzionale e biologico" Tesi di Laurea – Sabrina Masetti)

Acqua

E' importante evidenziare che la risorsa idrica deve essere considerata nelle due diverse accezione: acqua come fonte di approvvigionamento e acqua di scarico. Nel primo caso essa è vista come risorsa da tutelare e proteggere da potenziali fonti di inquinamento, nel secondo caso essa è vista come sostanza da sottoporre ad accurati processi di depurazione, per rendere minimo l'impatto sull'ambiente circostante. La consapevolezza dell'importanza e della complessità delle problematiche legate alla risorsa "acqua" nella vita umana di tutti i giorni si è notevolmente accresciuta nel corso degli ultimi anni; in particolare accanto al tema della qualità, è diventato di estrema importanza quello della quantità. Ci si sta rendendo conto che la distribuzione disomogenea della risorsa acqua sul pianeta, parimenti al problema dell'inquinamento, è causa di grossi problemi ed influisce in maniera negativa sulla qualità di vita degli esseri viventi.

Rumore

Soltanto in tempi molto recenti i livelli dell'inquinamento da rumore raggiunti nelle città italiane, principalmente nelle immediate adiacenze di autostrade, ferrovie ed aeroporti, hanno obbligato politici, ricercatori e popolazione ad una maggiore conoscenza e coscienza del tema "rumore" con le sue implicazioni di rilevante malessere ambientale e di concreta minaccia alla salute psicofisica dei soggetti esposti. Il primo atto programmatorio propedeutico al risanamento del territorio dall'inquinamento acustico è costituito dalla zonizzazione acustica. Si tratta della suddivisione del territorio comunale in zone caratterizzate da limiti massimi diurni e notturni di livelli sonori determinati dalla legge, cui corrisponde una diversa destinazione d'uso del territorio. Il DPCM 14I11I97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore" di attuazione della legge quadro, definisce sei classi di destinazione d'uso del territorio ciascuna con i relativi valori limite, crescenti dalla prima alla sesta classe. Da un recente studio effettuato presso le Province ed i Comuni liguri, si riscontra un considerevole impulso nell'adozione delle zonizzazioni; tale problematica va di pari passo con quella della mobilità; un contemporaneo intervento su entrambi i settori è l'unico metodo di risoluzione delle problematiche connesse. Per quanto riguarda la zonizzazione, essa deve tenere conto dell'assetto urbanistico del territorio, con individuazione di zone acustiche omogenee all'interno delle singole aree urbanistiche, e costituisce elemento integrante dello studio di sostenibilità ambientale previsto dalla legge urbanistica regionale n.36 del 4IO9I1997. I piani devono recepire il contenuto dei piani pluriennali antirumore dei servizi pubblici essenziali (linee ferroviarie, metropolitane, autostrade e strade statali: art.3, comma 1, lettera i) della legge 447I95) e dei piani antirumore presentati al comune da società ed enti gestori di servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture di cui all'art.1O, comma 5, della stessa legge. I piani devono indicare: z Tipologia ed entità dei rumori presenti sul territorio individuate con campagne di rilevamento; z Le zone da risanare, il numero degli interventi e la stima della popolazione interessata da ciascuno di essi; z I soggetti tenuti al risanamento (titolari delle attività rumorose); z Priorità, modalità e tempi per il risanamento; z Stima degli oneri finanziari per interventi di competenza comunale; z Eventuali misure cautelari urgenti per la tutela della salute pubblica e dell'ambiente. Sulla base dei piani comunali, la Regione approva il piano regionale triennale di intervento per la bonifica

dall'inquinamento acustico, con le risorse finanziarie assegnate allo Stato e secondo criteri di priorità fissati dalla stessa legge regionale. La Legge 12I98 ha abrogato la l.r. 31I94, mantenendo valide, per quanto non in contrasto con la legge stessa e con i decreti di attuazione della legge 447I95, alcune delle prescrizioni impartite con deliberazione della Giunta Regionale n.1977 del 16IO6I1995. Infine, a livello regionale sono stati definiti, con deliberazione della Giunta de 18I12I1998, ad attuazione della l.r. 12I98, gli indirizzi per la disciplina delle attività all'aperto e delle attività temporanee.

Livello provinciale

Nel PTC si prende atto della gravità crescente dell'inquinamento acustico, sottolineando il fatto che esso deriva in parte dall'impropria localizzazione dei ricettori sensibili rispetto alle fonti di rumore (o viceversa) e in parte dall'incremento del traffico lungo le strade principali, che attraversano i centri abitati. Le possibili azioni efficaci del PTC riguardano essenzialmente:

- regole per la localizzazione dei nuovi insediamenti, intesi sia come ricettori sensibili, sia come generatori di rumore;

- la scelta oculata dei tracciati e delle tipologie delle nuove infrastrutture;

- interventi volti a modificare la distribuzione dei flussi di traffico tra i diversi archi della rete stradale;

- prescrizione di cautele progettuali ed esecutive in relazione alle fonti di rumore lineare e puntuali (mitigazione alla fonte) nonché ai ricettori sensibili in zone con elevati livelli di rumore.

Tra le indicazioni di carattere generale da seguire nella progettazione delle nuove infrastrutture, in particolare per quanto concerne le infrastrutture lineari, particolare rilevanza può essere assegnata ai seguenti indirizzi: - nelle nuove realizzazione e nelle opere di manutenzione straordinaria degli assi viari ad elevato volume di traffico e delle infrastrutture ferroviarie saranno previsti idonei interventi volti alla mitigazione degli impatti acustici in attraversamento o in prossimità di centri abitati; - la realizzazione delle opere di mitigazione dovrà essere contestuale a quella dell'asse viario; - i comuni nella realizzazione degli strumenti urbanistici comunali terranno conto di specifici indicatori di bilancio perseguendo nelle scelte urbanistiche e pianificatorie il principio della minima esposizione.

In sede programmatica saranno definite azioni puntuali di mitigazione con riferimento a specifiche situazioni di particolare gravità.

Livello locale

Già nel 1996 con Deliberazione n.45 del 7IO9I1996 il Consiglio Comunale di Bolano adottava il progetto di zonizzazione acustica e lo inviava alla Provincia, Area Ambiente per l'approvazione. L'A.R.P.A.L., incaricata dalla Provincia di effettuare l'istruttoria tecnica del progetto in parola, formulava alcune osservazioni e sospendeva l'istruttoria. Attualmente è in corso di elaborazione il nuovo piano di zonizzazione acustica che tiene conto dei principi e degli obiettivi del nuovo PUC e che, pertanto, adotta i seguenti criteri generali:

1- La classificazione in zone sarà adottata dal Comune come parte integrante e qualificante del piano urbanistico comunale. Parimenti, nella redazione del PUC, le destinazioni d'uso dovranno essere stabilite considerando i prevedibile effetti dell'inquinamento acustico, in modo da prevenire e contenere il disturbo alla popolazione. In particolare deve essere rispettato il divieto di cui al primo comma lettera a) dell'art.6 della L.R. 31I96 relativo alla contiguità di aree i cui limiti di esposizione al rumore si discostano in misura superiore a 5 dB(A), ad eccezione dei casi in cui esistano evidenti discontinuità morfologiche del territorio (argini, crinali, mura, ecc.), che ne giustifichino, dal punto di vista dell'abbattimento del rumore, l'adozione.

2- Per le configurazioni urbanistiche esistenti si ritiene di accettare la possibilità che confinino aree i cui limiti si discostano in misura superiore a 5dB(A). In tal caso per il rispetto del primo e secondo comma dell'art. 6 della L.R.31I94, dovrà essere prevista un'opportuna fascia di rispetto tra le due zone.

3- Al fine di evitare per quanto possibile una zonizzazione a "macchia di leopardo" e con l'eccezione per la classe I e della zonizzazione delle vie di grande comunicazione o di intenso traffico, l'estensione di una zona non dovrà mai essere inferiore a 1OO m; estensioni inferiori sono giustificabili solo nei casi in cui si verifichino le condizioni di cui al punto 1.

4- Nel caso in cui i livelli equivalenti di rumore ambientale esistenti risultino superiori ai limiti indicati dal decreto per la zona in questione, dovrà essere valutata la fattibilità tecnico – economica di attivazione di un eventuale piano di risanamento.

5- Le attività con caratteristiche transitorie dovranno essere anticipatamente regolamentate adottando opportune fasce orarie per lo svolgimento delle stesse leggi.

Le zone considerate dal piano di zonizzazione acustica sono sei, ai sensi delle vigenti:

1. le zone di classe I sono "aree particolarmente protette", da normativa rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici.

2. le zone di classe II sono "aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali, ed assenza di attività industriali e artigianali"

3. le zone di classe III sono "aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici"

4. le zone di classe IV sono "aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree prossime a strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie, le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie"

5. le zone di classe V sono "aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni"
6. le zone di classe VI sono "aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi"

I parametri base per la zonizzazione delle classi II, III, IV sono, in base alle definizioni:

a) La densità di popolazione;

b) La presenza di attività commerciali e uffici;

c) La presenza di attività artigianali;

d) Il traffico veicolare;

e) La presenza di attività industriali e di impianti di pubblica utilità.

In generale per la valutazione dei diversi parametri, l'unità territoriale di base sul quale fondare lo studio è l'unità di censimento, che in area urbana corrisponde all'isolato, mentre in area non urbanizzata comprende un ambito più grande.

Radiazioni (inquinamento elettromagnetico)

L'inquinamento elettromagnetico è legato a radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti quali: campi statici, bassissime frequenze prodotte da elettrodotti e utenze elettriche industriali e domestiche. La ricerca scientifica ha proceduto in parallelo sui due filoni delle ELF e delle radiofrequenze. Sono stati ipotizzati due tipi di effetti sulla salute: acuti per esposizioni brevi a livelli elevati e cronici per esposizioni prolungate a livelli bassi. Gli effetti acuti sono stati provati sia per le ELF che per le radiofrequenze. A riguardo delle ELF si è giunti alla conclusione che il rischio sanitario sia legato alla densità di corrente (AmpèreImetro quadrato) che i campi elettrico (VoltImetro) e magnetico (AmpèreImetro o Tesla per l'induzione magnetica) inducono nei tessuti umani . A riguardo delle radiofrequenze si è giunti alla conclusione che il rischio sanitario sia legato al surriscaldamento prodotto nei tessuti umani dalla deposizione di energia connessa con l'assorbimento dell'onda elettromagnetica. La comunità scientifica ha prodotto diversi studi senza tuttavia pervenire a risultati concordi sull'effettiva esistenza o incidenza di effetti cronici. Pur tuttavia esistono sospetti in particolar modo per quel che riguarda la correlazione tra il campo magnetico ELF ed alcune forme di leucemia. Tutte le normative tecniche internazionali che hanno tentato di stabilire limiti di esposizione si sono, di conseguenza, generalmente basate sugli effetti acuti, ponendo dei livelli di

soglia primari sulle grandezze densità di corrente e SAR (rateo di assorbimento specifico di energia elettromagnetica convertita poi in energia termica, espressa in WattIKg.). I limiti di densità di corrente, validi per le ELF, portano alla formulazione di limiti sui livelli di campo elettrico e magnetico per le emissioni a 5O Hz, mentre i limiti di SAR utilizzati nella letteratura scientifica per quanto riguarda le radiofrequenze, portano ad una serie di limiti di campo elettrico e magnetico differenziati in base alla frequenza. Questo perché il corpo umano si comporta come un'antenna che capta in maniera più efficace alcune frequenze (ad esempio dai 3 ai 3OOO MHz) piuttosto che altre.

Risorse energetiche

La problematica energetica ricopre un ruolo fondamentale per il raggiungimento dello sviluppo sostenibile, dipendendo da questa anche molti aspetti della produzione industriale, del settore dei trasporti e in definitiva della qualità della vita. La gestione sostenibile dell'energia deve riferirsi contemporaneamente agli aspetti della produzione e del consumo. Quando si prende in considerazione la gestione dei flussi di energia in un sistema complesso come può esserlo un territorio regionale, è necessario mettere a punto "il bilancio energetico territoriale", per definire le principali voci che influiscono sul sistema. Il bilancio energetico è una matrice relativa ad un tempo in genere un anno ed ad un'area determinata, ma deve tener conto anche della storia passata e del destino dell'energia al di fuori del sistema considerato, per capire quale sia il reale costo energetico per l'ambiente. Per una corretta impostazione del bilancio e della sostenibilità energetica è necessario tener conto di alcuni aspetti principali:

1. Inquinamento atmosferico;

2. Produzione di gas climalteranti;

3. Rischi connessi con l'uso delle fonti;

4. Provenienza geopolitica dei principali combustibili e solidarietà nella suddivisione delle fonti. Il bilancio è costituito da una matrice, in cui le colonne rappresentano le fonti energetiche a disposizione e le righe i settori di utilizzo, e divisa in due settori: il primo riguarda l'offerta di energia locale (costituita dalla produzione interna e dai vettori energetici in ingresso, meno la quota

esportata al di fuori dei confini territoriali) ed il secondo gli impieghi interni. Le fonti di energia primaria disponibili non rappresentano tutta l'offerta di energia locale. La Liguria non dispone, per esempio, di fonti energetiche primarie eppure è un forte esportatore di energia, in quanto le sue capacità di trasformazione eccedono la domanda interna: in pratica in Liguria l'energia è una vera e propria industria da esportazione. Le fonti primarie che entrano nel bilancio energetico sono petrolio e derivati; energia elettrica, di produzione solare, eolica ed idroelettrica, come fonti primarie e quella termoelettrica, come secondaria, in quanto si tratta di una trasformazione da un vettore energetico iniziale; carboni; gas naturale; coke; gas di altoforno; combustibili vegetali (biomasse); rifiuti (non presente in Liguria); uranio e nucleare (non presente in Liguria). Fra le fonti primarie, si considerano fonti rinnovabili l'eolico, il fotovoltaico, il solare termico, l'idroelettrico, la geotermia, la massificazione di biomasse, i gas di discarica, gli RSU e le maree, mentre i combustibili fossili (petrolio, carbone e simili, il gas naturale) sono fonti convenzionali perché il loro tempo di rigenerazione è infinitamente più lungo del tasso a cui si consumano. Rispetto alla capacità di rigenerazione della risorsa è ormai noto che i combustibili fossili essendo non rinnovabili non possono essere annoverati tra le risorse ad uso sostenibile. Le voci del bilancio energetico di produzione sono:

- Produzione delle fonti primarie;

- Produzione delle fonti secondarie;

- Saldo in entrata (importazioni);

- Saldo in uscita (esportazioni);

- Variazioni di scorte L'insieme delle suddette voci dà la disponibilità interna lorda che, attraverso la trasformazione di una fonte in un'altra, gli autoconsumi e le perdite dalla disponibilità interna netta.

Rifiuti

La gestione dei rifiuti urbani e speciali è uno dei problemi ambientali più importanti per una società industriale moderna. Le linee guida, per una corretta gestione dei rifiuti, sulle quali si sviluppa la strategia comune europea si possono così riassumere:

• prevenzione nella produzione di rifiuti e riduzione della quantità alla fonte;

• definizione di precise responsabilità del produttore;

• recupero e riutilizzo massimo dei rifiuti;

• miglioramento delle condizioni di smaltimento dei rifiuti in discarica;

• raggiungimento dell'autosufficienza regionale nella gestione dei rifiuti, ottimizzando il principio di prossimità.

Livello Regionale

A livello regionale le disposizioni nazionali sono state recepite nel nuovo Piano di gestione dei rifiuti approvato con deliberazione del Consiglio Regionale n.17 del 29.2.2OOO; il Piano si occupa della gestione dei rifiuti, ovvero dell'intero ciclo, dalla produzione al recupero, che attraversa il materiale qualificato come rifiuto, individuando, per ciascuna delle singole fasi, problematiche ed ipotesi di soluzione, costituendo il modello di riferimento per la nuova strategia di pianificazione in materia ambientale. Il piano dei rifiuti regionale pone l'accento sul concetto di integrazione delle varie fasi costituenti il "sistema rifiuti". Produzione, raccolta, trasporto, recupero, riutilizzo e smaltimento finale non sono singoli problemi, ma costituiscono azioni coordinate nell'ambito di un unico processo da valutare in tutta la sua complessità, prospettando soluzioni che tengano conto delle necessarie interrelazioni esistenti. I temi trattati riguardano lo sviluppo di un sistema organizzativo, gestionale e tecnologico atto a garantire la gestione dei rifiuti sia urbani che speciali secondo criteri di efficienza ed economicità all'interno dell'ambito territoriale ottimale individuato dalla Regione Liguria nell'ambito Provinciale. All'interno del Piano Regionale, l'attenzione si è particolarmente incentrata su sistemi di smaltimento dei rifiuti alternativi ai modelli tradizionali valutando in modo specifico

alcune delle possibili combinazioni tecnologiche basate sul principio della termovalorizzazione del rifiuto e smaltimento delle scorie. Alle Province spetta il compito di individuare, tenendo conto delle previsioni del piano territoriale di coordinamento le soluzioni impiantistiche applicabili ai singoli contesti nonché le zone idonee alla localizzazione degli impianti sulla base dei criteri forniti dal piano tramite la realizzazione dei Piani Provinciali attualmente in corso di approvazione. In parallelo le province hanno il compito di coordinare gli enti locali per la costituzione dell'Ambito Territoriale Ottimale (ATO), organismo che raggruppa comuni della stessa provincia, al quale spetta l'individuazione e l'attuazione della soluzione puntuale tra quelle prospettate dal Piano Provinciale trovando le soluzioni più idonee a fronteggiare le esigenze del sistema di produzione. Il livello provinciale: il PTC della Spezia Il PTC della Spezia, che inserisce il problema dei rifiuti nella questione della salubrità, basa le proprie scelte sui concetti di sostenibilità. Tali criteri si traducono, sul piano locale, in una crescente esigenza di compatibilità con il contesto delle strutture di raccolta, recupero e smaltimento. Ferme restando le scelte localizzative e tipologiche relative ad opere già autorizzate ed in corso di appalto, per i nuovi impianti è necessario fare riferimento ai criteri localizzativi del già citato piano regionale di gestione, a loro volta mutuati dalla normativa generale. L'art.22 del D.Lgs. 22I97, come modificato dal D.Lgs.389I97 prevede che nel Piano Regionale vengano indicati i criteri per la localizzazione degli impianti di gestione o smaltimento definitivo dei rifiuti, e specificamente:

- le condizioni e i criteri tecnici in base ai quali nel rispetto delle disposizioni vigenti in materia, gli impianti per la gestione dei rifiuti, ad eccezione delle discariche, possono essere localizzati nelle aree destinate ad insediamenti produttivi;

- i criteri per l'individuazione, da parte delle Province, delle aree non idonee alla localizzazione degli impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti, nonché per l'individuazione dei luoghi o impianti adatti allo smaltimento dei rifiuti. Secondo questa impostazione, si tratta quindi di un processo a cascata: la Regione definisce i criteri, la Provincia li applica. In relazione agli adempimenti che devono essere sviluppati dai Piani di Settore, il PTC ha individuato criteri di classificazione del territorio in relazione alla idoneità ad accogliere impianti di trattamento e smaltimento dei rifiuti.

Il PTC sottolinea il fatto che esso, pur non occupandosi della programmazione delle attività di gestione dei rifiuti, in particolare per quanto riguarda la raccolta differenziata, individua criteri del tutto generali per la classificazione del territorio circa l'idoneità o meno ad ospitare siti di smaltimento/recupero quale contributo alla pianificazione di settore. In questo senso il PTC individua i bacini d'utenza per lo smaltimento ed il trattamento dei rifiuti; essi sono stati individuati facendo riferimento all'omogeneità del territorio in cui si producono rifiuti, operando una divisione tra ambito urbano ed ambito rurale. Il comune di Bolano fa parte del Sistema Insediativo Urbano dell'aria centrale, e ne costituisce, insieme ad altri nove comuni, il subsistema gravitazionale.

Il livello locale

Il Comune di Bolano si colloca in questo contesto recependo le direttive dei piani di settore (Piano dei Rifiuti Provinciale adottato dalla provincia nel 2OO1) e della normativa regionale e nazionale e attuando azioni tendenti alla gestione in forma integrata dell'intero settore. L'azione comunale si pone i seguenti obiettivi:

1. riduzione della produzione e del volume di rifiuti;

2. assicurare idonei processi di riutilizzo, riciclaggio, recupero e smaltimento dei rifiuti prodotti; 3. organizzare la raccolta dei rifiuti in modo da consentire la progressiva separazione dei principali flussi produttivi (rifiuti domestici, mercatali, attività di servizio, attività commerciali, attività produttive, attività agricole);

4. riduzione della quota parte residua di scarto da avviare allo smaltimento;

5. efficacia smaltimento dei rifiuti con incentivazione dello sviluppo di nuove

tecnologie di smaltimento;

6. crescita quota materiale recuperato (conferire almeno il 35% dei rifiuti urbani da recuperare attraverso la raccolta differenziata dal marzo 2OO3);

7. recupero energetico;

8. riduzione impatto aria (emissioni), acqua e suolo;

9. salvaguardare la qualità dei suoli e recuperare le aree degradate e/o contaminate.

Rifiuti: Terre e Rocce da scavo

Per quanto riguarda i rifiuti da smaltire, quindi nel nostro caso le Terre e Rocce da scavo, bisogna considerare quanto riportato nella Normativa suindicata "*i) relazione sulla gestione delle materie: descrizione dei fabbisogni di materiali da approvvigionare da cava, al netto dei volumi reimpiegati, e degli esuberi di materiali di scarto, provenienti dagli scavi; individuazione delle cave per approvvigionamento delle materie e delle aree di deposito per lo smaltimento delle terre di scarto; descrizione delle soluzioni di sistemazione finali proposte*." Il documento individua:

- i volumi di materiali da scavo prodotti in cantiere e le modalità di gestione degli stessi;
- i fabbisogni di materiali da approvvigionare da cava;
- la produzione di rifiuti da conferire a discarica autorizzata.

RIFERIMENTI NORMATIVI

- D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. "norme in materia ambientale";
- D.M. ambiente 10 agosto 2012, n. 161 "regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo";
- DPR n. 120 del 13 giugno 2017 Regolamento ai sensi dell'art. 8 D.L. n. 133 del 12 settembre 2014;
- "Linea guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" approvate dall'SNPA con det. N. 54 del 9 maggio 2019.

Nell'ambito del progetto, per come evidenziato negli elaborati grafici e descrittivi, è prevista la produzione di un quantitativo di materiale derivante dalle seguenti lavorazioni:

1. Scavo Terre e rocce CER 17.05.04 derivante dagli scavi pari a 38'471,31 mc
2. Scavo Miscele bituminose, asfalti, pezzi di asfalti e materiale fresato CER 17.03.02. derivante dai pari a 20,85 mc
3. Conferimento a discarica di Terre e rocce CER 17.05.04, derivante da scavi, pari a 33'442,46 mc.
4. Conferimento a discarica di Miscele bituminose, asfalti, pezzi di asfalti e materiale fresato CER 17.03.02, derivante da demolizioni, pari a 20,85 mc.

Visti i grandi volumi da conferire a discarica, il Comune di Bolano, potrebbe pensare a realizzare un piano di riutilizzo degli stessi in altre opere all'interno dello stesso Comune, come ad esempio la realizzazione o la sistemazione di rilevati stradali.

Attualmente, al fine di accelerare l'iter progettuale, è stato previsto un rinterro Terre e rocce CER 17.05.04 derivante dagli scavi pari a 5'404,55 mc

Il materiale che non sarà riutilizzato e sarà conferito presso impianto di recupero è pari a:

1. Conferimento Terre e rocce CER 17.05.04 derivante dagli scavi pari a 33'442,46 mc
2. Conferimento Miscele bituminose, asfalti, pezzi di asfalti e materiale fresato CER 17.03.02. derivante da demolizioni pari a 20,85 mc

Indice di Funzionalità Fluviale (I.F.F)

Per valutare la qualità dell'ambiente fluviale sia per quel che riguarda l'interno del corso d'acqua che le sponde si è scelto di utlizzare l'Indice di Funzionalità Fluviale. Esso valuta la capacità di un corso d'acqua di resistere all'inquinamento e di autodepurarsi attraverso una serie di parametri che riguardano l'ecosistema ripario e quello acquatico; il primo infatti funge da filtro naturale agli inquinanti che vi afferiscono.

Tali funzioni di filtro e autodepurazione sono tanto più efficienti quanto più il corso d'acqua e le sue rive si trovano in condizioni naturali; il grado di naturalità è determinato attraverso una scheda con 14 domande relative ad altrettanti parametri ambientali, per ciascuno dei quali sono fornite quattro possibili risposte alternative con relativi punteggi.

Le domande possono essere raggruppate in gruppi funzionali:

- le domande da 1 a 4 riguardano le condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante al corso d'acqua ed analizzano le diverse tipologie strutturali che influenzano l'ambiente fluviale, come, per esempio, l'uso del territorio o l'ampiezza della zona riparia naturale;

- le domande 5 e 6 si riferiscono alla ampiezza relativa dell'alveo bagnato e alla struttura fisica e morfologica delle rive, per le informazioni che esse forniscono sulle caratteristiche idrauliche;

- le domande da 7 a 11 considerano la struttura dell'alveo, con l'individuazione delle tipologie che favoriscono la diversità ambientale e la capacità di autodepurazione di un corso d'acqua;

- le domande da 12 a 14 rilevano le caratteristiche biologiche, attraverso l'analisi strutturale delle comunità Macrobentonica e Macrofitica e della conformazione del detrito.

Per applicare il metodo, l'operatore si deve recare sul corso d'acqua da indagare e attribuire i punteggi sulla base delle osservazioni della scheda; egli, inoltre, dopo un'accurata osservazione deve scegliere per ciascuna domanda la risposta che meglio si adatta alla situazione che ha di fronte, senza utilizzare punteggi diversi da quelli indicati; quindi viene operata la somma di tali punteggi e si giunge

ad un risultato finale che può essere tradotto in una corrispondente classe di qualità e nel rispettivo giudizio (tabella 6).

Alcuni parametri devono essere valutati separatamente per le due sponde, quindi si otterranno due giudizi finali, uno riferito alla sponda destra ed uno a quella sinistra.

Valore di IFF	Livello di funzionalità	Giudizio di funzionalità	Colore
261-300	I	Elevato	
251-260	I-II	Elevato - buono	
201-250	II	Buono	
181-200	II-III	Buono - mediocre	
121-180	III	Mediocre	
101-120	III-IV	Mediocre – scadente	
61-100	IV	Scadente	
51-60	IV-V	Scadente – pessimo	
14-50	V	Pessimo	

FIGURA 19 - VALORI E GIUDIZI DELL'INDICE DI FUNZIONALITÀ FLUVIALE

I 5 livelli di funzionalità (L.F.) sono espressi con numeri romani (dal I che indica la situazione migliore al V che indica quella peggiore), ai quali corrispondono i relativi giudizi di funzionalità; sono inoltre previsti livelli intermedi, al fine di meglio graduare il passaggio da una classe all'altra.

Ad ogni livello di funzionalità è associato un colore convenzionale per la rappresentazione cartografica; i livelli intermedi sono rappresentati con un tratteggio a barre a due colori alternati. La rappresentazione grafica è effettuata con due linee, corrispondenti ai colori dei Livelli di Funzionalità, distinguendo le due sponde del corso d'acqua. Essa può essere eseguita su carte in scala 1:10.000 o 1:25.000 per una rappresentazione di dettaglio e in scala 1:100.000 per una rappresentazione d'insieme. Qualora esigenze di rappresentazione cartografica impongano di unificare alcuni tratti con diverso livello di funzionalità, vanno utilizzati il livello prevalente e il relativo colore. È opportuno, ai fini di un utilizzo operativo e puntuale dei dati ottenuti, non limitarsi alla lettura cartografica, ma esaminare nel dettaglio i valori di IFF ed, eventualmente, i punteggi assegnati ai diversi gruppi di

domande. Ciò può consentire di evidenziare meglio le componenti ambientali più compromesse e di conseguenza di orientare le politiche di ripristino ambientale.

L'Indice di Funzionalità Fluviale è strutturato per essere applicato a qualunque ambiente d'acqua corrente, sia di montagna sia di pianura: può essere usato perciò sia in torrenti e fiumi di diverso ordine e grandezza sia in rogge, fosse e canali, purché abbiano acque fluenti, sia in ambienti alpini sia appenninici, insulari e mediterranei in genere.

Come ogni altro metodo, questo presenta dei limiti d'applicabilità; più precisamente, esistono ambienti nei quali il metodo presenta difficoltà applicative dovute alle caratteristiche intrinseche dell'ambiente in esame. In alcuni casi, quindi, l'applicazione del metodo è sconsigliata, in altri i risultati ottenuti devono essere letti con attenzione per evitare errate valutazioni. Un caso di non applicabilità è quello degli ambienti di transizione e di foce, dove la salinità delle acque e la dipendenza della corrente dall'azione delle maree contribuiscono alla definizione di un ambiente sostanzialmente diverso da quelli dulciacquicoli correnti e perciò non valutabile con questo indice.

Analogamente il metodo non può essere applicato alle acque ferme (laghi, lagune, stagni, acque relittuali, ecc.). È possibile applicare l'IFF anche a tratti puntuali (ad esempio per verificare l'impatto di una centralina o di un'opera di presa), ma in questo caso è necessario percorrere e compilare le schede anche per i tratti a valle e a monte della zona di interesse, in modo da avere un quadro complessivo della situazione.

I rilievi sono stati effettuati risalendo lungo l'asta fluviale, a piedi così come richiesto dal metodo, costeggiando il fiume alternativamente in riva destra o sinistra. Lungo il percorso si è mantenuta sempre la visuale di entrambe le sponde: l'operazione è stata favorita dalle ridotte dimensioni dell'alveo bagnato, di solito mai superiore ai 10 m.

Si è proceduti alla compilazione di una nuova scheda ogni qualvolta le caratteristiche dell'ambiente mutavano; per tali ragioni i tratti non sono omogenei per la lunghezza, ma per la similarità dei parametri rilevati, come previsto dal metodo.

La presenza di ponti o altri attraversamenti non giustifica la compilazione di un'apposita scheda; l'ambiente va quindi letto con continuità ignorando manufatti puntuali, a meno che essi non comportino alterazioni rilevanti per un tratto di lunghezza superiore al tratto minimo rilevabile (TMR). Analoga considerazione vale per briglie e traverse, purché non siano di grandezza tale da variare sensibilmente le caratteristiche per un tratto superiore al tratto minimo rilevabile.

Il tratto minimo rilevabile è rapportato alla larghezza dell'alveo di morbida:

- se l'alveo di morbida è largo fino a 5 metri si considera un TMR pari a 30 metri;
- se l'alveo di morbida è largo fino a 10 metri si considera un TMR di 40 metri;
- se l'alveo di morbida è largo fino a 30 metri si considera un TMR di 60 metri;
- se l'alveo di morbida è largo fino a 50 metri si considera un TMR di 75 metri;
- se l'alveo di morbida è largo fino a 100 metri si considera un TMR di 100 metri;
- se l'alveo di morbida è maggiore di 100 metri si considera un TMR lungo quanto la larghezza.

Una volta definito il tratto omogeneo da rilevare, è opportuno misurarne la lunghezza, riportandola sulla scheda di rilevamento: sulla carta topografica vanno riportati gli estremi del tratto e il numero della scheda corrispondente. Le schede vanno numerate in ordine progressivo di compilazione, da valle verso monte.

I tratti omogenei individuati sono stati indicati con Ar1; Ar2; Ar3; Ar4, Ar5 i numeri indicano i tratti esaminati.

Di seguito vengono riassunti, in tabella A, i relativi punteggi assegnati a ciascuna sponda ed il relativo livello di giudizio.

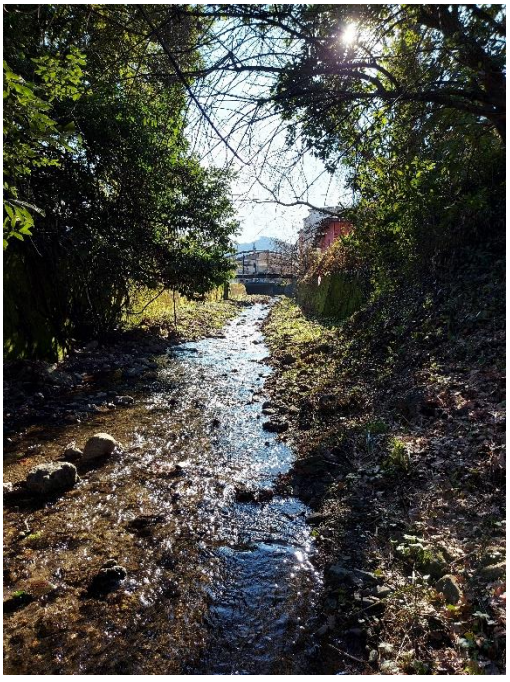
Tabella A - *Classificazione IFF.*

	Tratti	**Valore IFF**		**Livello**		**Giudizio**	
		Sx	**Dx**	**Sx**	**Dx**	**Sx**	**Dx**
Canale Villa	**Ar1**	185	185	II-III	II-III	Buono-Mediocre	Buono-Mediocre
	Ar2	195	195	II-III	II-III	Buono-Mediocre	Buono-Mediocre

	Ar3	190	190	II-III	II-III	Buono-Mediocre	Buono-Mediocre
	Ar4	230	230	III	III	Buono	Buono
	Ar5	240	240	III	III	Buono	Buono

Il risultato grafico finale è una cartografia tematica (SA.EG.09.00) di facile ed immediata lettura dello stato di salute ecologica dei bacini idrografici in esame attraverso un'appropriata colorazione corrispondente ai livelli di funzionalità fluviale rilevati

Tratto Ar1



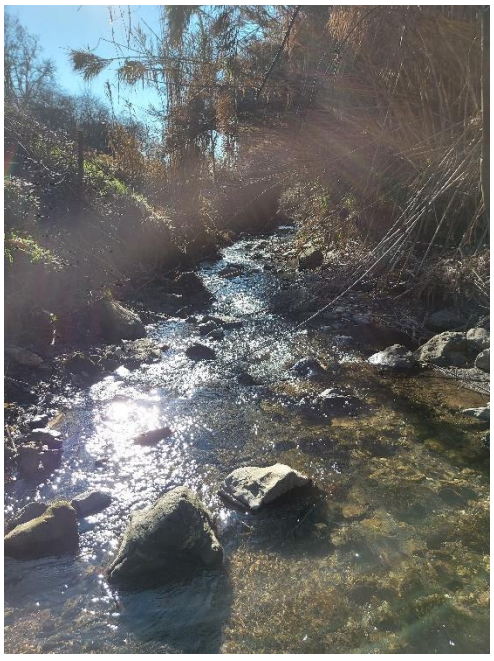
Partendo da valle, il primo tratto omogeneo al quale è applicato l'IFF (tratto Ar1 figura a fianco) inizia dalla sezione di chiusura (corrispondente alla sezione posta a valle della sezione 0.1) e si spinge sino alla sez. 2.5 verso monte. Il territorio circostante è variamente antropizzato per la presenza di alcuni insediamenti abitativi nelle vicinanze. Su entrambe le sponde è presente vegetazione arborea. Le sezioni trasversali del corso d'acqua non presentano interventi artificiali da indurre modifiche alla fascia perifluviale. La comunità macrobentonica risulta poco equilibrata e diversificata con prevalenza di taxa tolleranti all'inquinamento.

Tratto Ar2



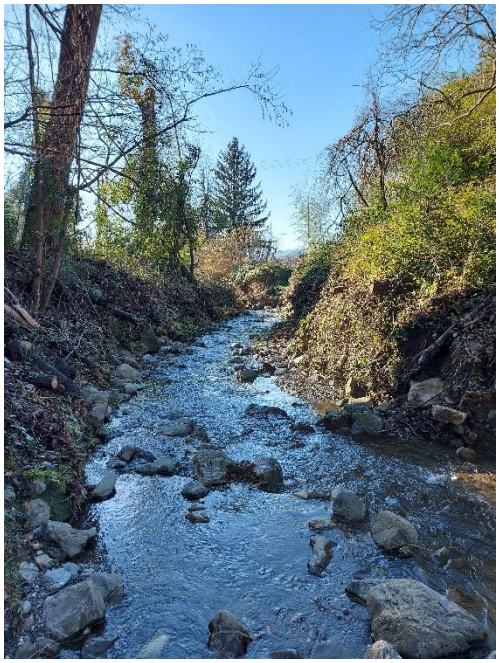
Il successivo tratto Ar2, va dalla sez. 2.5 sino alla sez. 6.5, ha una funzionalità di livello II-III su entrambe le sponde, come il tratto precedente ma è caratterizzato da un punteggio più alto. Questo punteggio deriva dal fatto che tutto il tratto esaminato evidenzia delle formazioni della fascia perifluviale superiore ai 10m, nonostante ciò il tratto è caratterizzato dalla presenza di fattori antropici. La comunità macrobentonica risulta poco equilibrata e diversificata con prevalenza di taxa tolleranti all'inquinamento.

Tratto Ar3



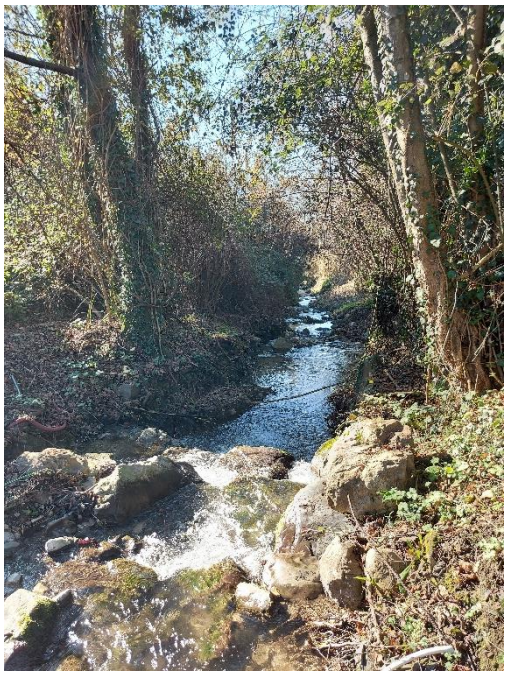
Il successivo tratto Ar3, va dalla sez. 6.5 sino alla sez. 8.5, ha una funzionalità di livello II-III su entrambe le sponde, come il tratto precedente ma è caratterizzato da un punteggio più basso. Il territorio circostante è variamente antropizzato per la presenza di alcuni insediamenti abitativi nelle vicinanze. Su entrambe le sponde è presente vegetazione arborea e specie riparie scarsamente diversificate e strutturate con ampiezza nelle formazioni non superiore ai 10 m. Le sezioni trasversali del corso d'acqua non presentano interventi artificiali da indurre modifiche alla fascia perifluviale. La comunità macrobentonica risulta poco equilibrata e diversificata con prevalenza di taxa tolleranti all'inquinamento.

Tratto Ar4



Il tratto Ar4, va dalla sez. 8.5 alla sez. 13.5 presenta una funzionalità di livello II su entrambe le sponde. L'alveo in entrambi i tratti appare naturale e con una buona diversità morfologica, dove gli elementi idromorfologici sono distinti e presentano una successione irregolare, situazione che determina un buon valore di idoneità ittica. L'erosione è poco evidente e non rilevante. La sezione trasversale appare naturale e la presenza di grossi massi, oltre a favorire l'instaurarsi di elementi idromorfologici distinti, facilita la ritenzione degli apporti trofici. Su questo tratto il giudizio di funzionalità è buono.

Tratto Ar5



L'ultimo tratto Ar5, va dalla sez. 13.5 alla sez. 18, presenta una funzionalità di livello II come il tratto Ar4, ma con un punteggio poco più alto rispetto al precedente. La sezione trasversale appare naturale e la presenza di grossi massi, oltre a favorire l'instaurarsi di elementi idromorfologici distinti, facilita la ritenzione degli apporti trofici. Su questo tratto il giudizio di funzionalità è buono.

Indice IQH - qualità degli habitat fluviali

Premessa

La Direttiva Europea 2000/60/CE, nota come Direttiva Quadro sulle Acque *o Water Framework Directive* (WFD), del Parlamento Europeo e del Consiglio, datata 23 Ottobre 2000 e recepita in Italia col D.Lgs 152/2006, inizia dichiarando il suo principio portante che valorizza la presenza dell'acqua sulla terra, definendo questa importante risorsa non come "*un prodotto commerciale al pari degli altri, bensì come un patrimonio che va protetto, difeso e trattato come tale*", ponendo quindi sin da subito l'attenzione sulla sua tutela.

La WFD riorganizza in un unico sistema giuridico i regolamenti precedenti in materia acque, istituisce un quadro per l'azione comunitaria, costituisce un punto di riferimento vincolante per la gestione di tutti i corpi d'acqua a livello europeo, in pratica pone le basi di una vera politica comunitaria dell'acqua.

Come riporta la stessa Direttiva, il suo scopo è: "*istituire un Quadro per la protezione delle acque superficiali interne, delle acque di transizione, delle acque costiere e sotterranee*" che possa:

- ampliare la protezione delle acque, sia superficiali che sotterranee;
- raggiungere lo stato di "buono" per tutte le acque entro il 31 dicembre 2015 impedendo un ulteriore deterioramento delle stesse;
- proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici, degli ecosistemi terrestri e delle zone umide direttamente dipendenti dagli ecosistemi acquatici sotto il profilo del fabbisogno idrico;
- mirare alla protezione rafforzata e al miglioramento dell'ambiente acquatico attraverso misure specifiche per la graduale riduzione degli scarichi, delle emissioni e delle perdite di sostanze prioritarie e l'arresto o la graduale eliminazione degli scarichi;
- gestire le risorse idriche sulla base dei bacini idrografici indipendentemente dalle strutture amministrative;
- procedere attraverso un'azione che unisca i limiti delle emissioni e gli standard di qualità;

- riconoscere a tutti i servizi idrici il giusto prezzo che tenga conto del loro costo economico reale;
- realizzare gli obiettivi degli accordi internazionali in materia;
- valorizzare al massimo la partecipazione del pubblico, interpretata come un'opportunità.

La Direttiva nasce col fine di programmare una politica sulle acque che sia di riferimento per tutti gli Stati membri dell'Unione Europea, tentando di definire una "*politica ecologica*" consapevole della complessità della gestione delle risorse idriche, a causa della collaborazione spesso non coordinata fra tutte le istituzioni coinvolte, considerando il fatto che la qualità delle acque deve essere preservata in un'ottica che va ben al di là del livello locale e attuando un'unica maglia di intesa e collaborazione oltre i confini nazionali; dall'altra parte questa politica ecologica è consapevole della crescente attenzione e sensibilizzazione rivolte al tema della tutela dell'ambiente, con il conseguente peso politico che assumono le organizzazioni che promuovono questi temi in un contesto di cambiamento a livello Europeo.

La parola chiave per la comprensione della Direttiva è certamente *integrazione*, intesa come:

- integrazione degli obiettivi ambientali che consenta di riunire obiettivi quantitativi, qualitativi ed ecologici per proteggere gli ecosistemi acquatici di livello elevato e raggiungere quest'ultimo laddove non è presente;
- integrazione dei vari usi delle risorse idriche per un'azione comune nell'ambiente e nel settore economico;
- integrazione delle discipline inerenti allo studio scientifico della risorsa acqua (idrologia, idraulica, ecologia, biologia, chimica, scienze della terra, tecnologia, economia); integrazione della legislazione in un Quadro comune a livello comunitario secondo un modern ecological thinking;
- integrazione fra diverse entità quali comuni, regioni, province, autorità pubbliche e soggetti privati; integrazione fra stakeholders e la società civile.

Questa partecipazione attiva dei soggetti che operano sul territorio e della popolazione in generale nei meccanismi gestionali e finanziari, è rilevante in un settore come quello dell'acqua, in cui i conflitti d'uso purtroppo spesso risultano importanti.

La struttura portante della Direttiva fa anche riferimento ad un sistema di linee guida aventi lo scopo di favorirne la comprensione, secondo una "Common Implementation Strategy".

L'implementazione della WFD è risultata particolarmente impegnativa per diversi motivi sottolineati nella riunione tenutasi a Parigi nell'ottobre 2000. I motivi che hanno portato a questa conclusione riguardano i tempi di realizzazione troppo brevi (gli obiettivi dovevano essere raggiunti entro il 2015) con la conseguente difficoltà di costruzione e sviluppo del capitale umano, scientifico e tecnologico, organizzativo, istituzionale e finanziario per la realizzazione degli obiettivi, a causa delle risorse ancora limitate degli stati membri.

La gestione degli obiettivi specifici è affidata ad una pianificazione a livello di bacino idrografico, sviluppata secondo un'ottica ecologica che consideri il ciclo delle acque e non i confini amministrativi quali Province, Regioni e Comuni.

Operare a livello di bacino idrografico consente di superare la frammentazione amministrativa dei singoli enti coinvolti nella difesa del suolo, dando un'impronta più forte alla Direttiva, che si basa su un'unità fisica.

Gli Stati Membri individuano i singoli bacini idrografici presenti nel loro territorio e li assegnano a singoli distretti idrografici, le unità territoriali di riferimento che individuano aree di terra e di mare, costituite da uno o più bacini idrografici limitrofi comprendenti anche le rispettive acque sotterranee e costiere.

Ove opportuno è possibile accomunare in un unico distretto bacini idrografici di piccole dimensioni e bacini di dimensioni più grandi, oppure unificare piccoli bacini limitrofi. Gli stati membri provvedono ad adottare le disposizioni amministrative adeguate, ivi compresa l'individuazione dell'autorità competente. Se il bacino idrografico si estende su un territorio di più Stati membri allora è necessario si faccia riferimento ad un distretto idrografico internazionale.

Per ciascun distretto gli Stati Membri devono predisporre un Piano di Gestione per ogni singolo bacino idrografico, avente lo scopo di programmare gli obiettivi della Direttiva. Il territorio italiano è suddiviso in 8 distretti idrografici (***Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.****a seguire*) e, s econdo il Decreto Legislativo del 3 aprile 2006 n.152, ogni distretto deve occuparsi della redazione di un piano di gestione attribuendone la competenza alle Autorità di distretto idrografico.

La WFD classifica i tipi fluviali secondo due sistemi (Sistema A e B). I corpi idrici appartenenti allo stesso tipo fluviale sono caratterizzati da una limitata variabilità delle caratteristiche biotiche e abiotiche, mentre per tipi fluviali diversi è riscontrata una diversità di tali fattori.

I siti classificati come *reference*, cioè non impattati, dovranno soddisfare una serie di requisiti che indicano l'alto livello di naturalità, in cui flora e fauna possono svilupparsi in maniera indisturbata.

La Direttiva stabilisce che: "*gli stati membri raccolgono e tengono aggiornate informazioni sul tipo e sulla grandezza delle pressioni antropiche significative cui i corpi idrici superficiali di ciascun distretto idrografico rischiano di essere sottoposti*."

Il termine "*pressione*" indica il complesso di usi e modificazioni che determinano un'alterazione del sistema fluviale (inquinamento da fonte puntuale o diffusa, estrazioni di acqua per usi antropici, valutazione dell'impatto dovuto alle regolazioni del flusso).



FIGURA 20 - SCHEMA GENERALE DEL SISTEMA INTEGRATO

Elemento	Stato Elevato	Stato buono	Stato Sufficiente
Regime idrologico	Massa e dinamica del flusso e la risultante connessione con le acque sotterranee, rispecchiano totalmente o quasi le condizioni inalterate.	Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori sopra precisati per gli elementi di qualità biologica.	Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori sopra precisati per gli elementi di qualità biologica.
Continuità del fiume	La continuità del fiume non è alterata da attività antropiche; è possibile la migrazione indisturbata degli organismi acquatici e il trasporto del sedimento.	Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori sopra precisati per gli elementi di qualità biologica.	Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori sopra precisati per gli elementi di qualità biologica.
Condizioni morfologiche	Caratteristiche del solco fluviale, variazioni della larghezza e della profondità, velocità di flusso, condizioni del substrato nonché struttura e condizioni delle zone ripariali corrispondono totalmente o quasi alle condizioni inalterate.	Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori sopra precisati per gli elementi di qualità biologica.	Condizioni coerenti con il raggiungimento dei valori sopra precisati per gli elementi di qualità biologica.

Tabella – Elementi di qualità morfologica: definizioni della Direttiva Quadro 2000/60/CE per lo stato ecologico elevato, buono e sufficiente agli elementi di qualità idromorfologica

Direttiva HABITAT 92/43/CEE

La Direttiva del Consiglio del 21 Maggio 1992 "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche", detta Direttiva Habitat, insieme alla Direttiva Uccelli costituisce il cuore della politica comunitaria in materia di conservazione della biodiversità ed è la base legale su cui si fonda Natura 2000.

Scopo della Direttiva Habitat è "salvaguardare la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche nel territorio europeo degli Stati membri al quale si applica il trattato" (art 2).

Per il raggiungimento di questo obiettivo la Direttiva stabilisce misure volte ad assicurare il mantenimento o il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, degli habitat e delle specie di interesse comunitario elencati nei suoi allegati.

La Direttiva è costruita intorno a due pilastri: la rete ecologica Natura 2000, costituita da siti mirati alla conservazione di habitat e specie elencati rispettivamente negli allegati I e II, e il regime di tutela delle specie elencate negli allegati IV e V.

La Direttiva stabilisce norme per la gestione dei siti Natura 2000 e la valutazione d'incidenza (art. 6), il finanziamento (art. 8), il monitoraggio e l'elaborazione di rapporti nazionali sull'attuazione delle disposizioni della Direttiva (articoli 11 e 17), e il rilascio di eventuali deroghe (art. 16). Riconosce inoltre l'importanza degli elementi del paesaggio che svolgono un ruolo di connessione ecologica per la flora e la fauna selvatiche (art. 10).

Il recepimento della Direttiva è avvenuto in Italia nel 1997 e il suo scopo principale è promuovere il mantenimento della biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali, della flora e della fauna selvatiche nel territorio europeo degli Stati membri contraenti, tenendo conto al tempo stesso delle esigenze economiche, sociali, culturali e regionali.

Nell'articolo 1 vengono date due importanti definizioni ai fini dell'applicazione della Direttiva:

- S.I.C. - Sito di Importanza Comunitaria

- Z.S.C. - Zona Speciale di Conservazione

Il S.I.C. è un sito che contribuisce in modo significativo a mantenere o a ripristinare un tipo di habitat naturale o una specie in uno stato di conservazione soddisfacente. La Z.S.C. è un sito di importanza comunitaria designato dagli Stati membri mediante un atto amministrativo in cui sono applicate le misure di conservazione necessarie al mantenimento o al ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, degli habitat naturali e/o delle popolazioni delle specie per cui il sito è designato. Ciascuno stato membro ha identificato i siti fondamentali presenti sul proprio territorio per la conservazione delle specie e degli habitat di interesse comunitario e ha proposto alla Commissione Europea una propria lista di S.I.C., a cui si aggiungono le Z.P.S. istituite ai sensi della Direttiva Uccelli (79/409/CEE).

L'insieme di questi siti formano la rete ecologica europea denominata Natura 2000 (Figura) definita nell'articolo 3 della Direttiva Habitat.



FIGURA 21 - RETE ECOLOGICA NATURA 2000

Lo spazio di riferimento nella costruzione della Rete Natura 2000 è suddiviso in Regioni Biogeografiche (Figura), in base alle caratteristiche climatiche, storico-evolutive e topografiche del territorio europeo.

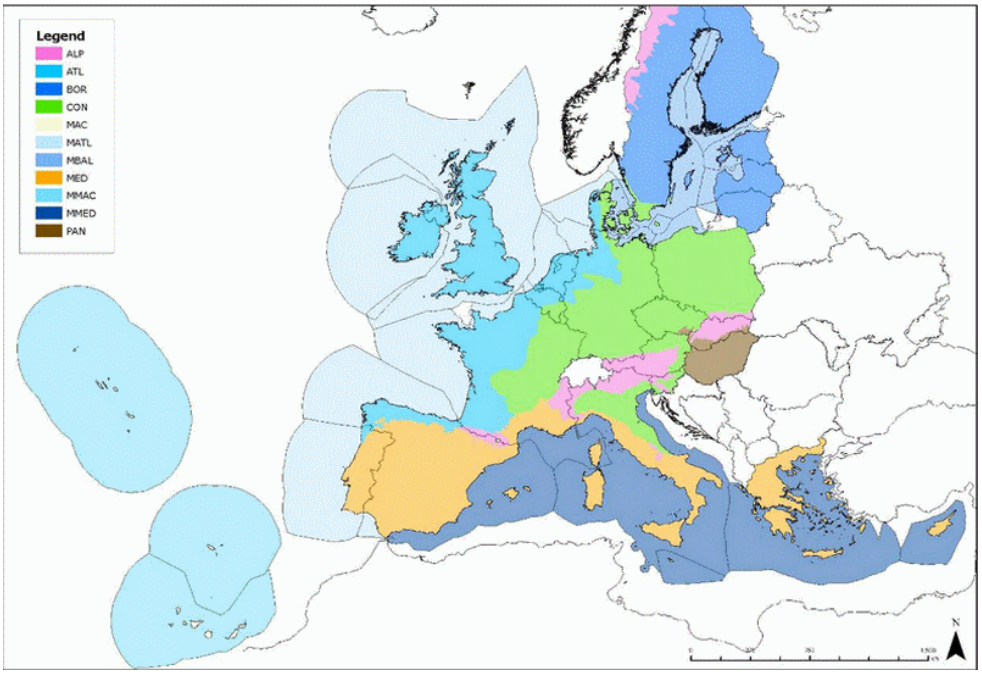


FIGURA 22 - REGIONI BIOGEOGRAFICHE. LEGENDA ZONE: ALP = ALPINA; ATL = ATLANTICA; BOR = BOREALE; CON = CONTINENTALE; MAC = MACARONESICA; MED = MEDITERRANEA; PAN = PANNONICA; MATL = ATLANTICA MARINA; MBAL = BALTICA MARINA; MMAC = MACARONESICA MARINA; MED = MEDITERR

La Direttiva Habitat costituisce la risposta europea alla progressiva scomparsa, degradazione e frammentazione degli ambienti naturali e seminaturali, ecologicamente rilevanti e inseriti in contesti altamente antropizzati.

La Direttiva Habitat introduce un altro importante aspetto: la Valutazione di Incidenza, ovvero una procedura che sottopone ogni piano o progetto che possa avere una ricaduta significativa su un sito della rete Natura 2000.

Nella Direttiva è presente un elenco con un'ampia gamma di habitat naturali e seminaturali che rappresentano componenti caratteristiche dello spazio naturale e del paesaggio europeo. In esso rientrano i tipi di habitat di interesse comunitario in base alle loro caratteristiche ecologiche, alla loro rarità e alla loro rappresentatività. Complessivamente, nell'elenco sono compresi 198 tipi di habitat,

64 dei quali di interesse prioritario. Sono riportate anche le specie animali (221 specie) e vegetali (500 specie) per le quali si devono adottare particolari misure di conservazione o i cui habitat vanno sottoposti a tutela (Servizio Conservazione della Natura – Ministero dell'Ambiente). La Direttiva Habitat definisce una metodologia comune per tutti gli Stati membri per individuare, proporre, designare i Siti di Importanza Comunitaria.

Definito l'elenco dei SIC in seguito all'accordo tra la Commissione ed ognuno degli Stati membri, "lo Stato membro interessato designa tale sito come Zona Speciale di Conservazione il più rapidamente possibile e entro un termine massimo di sei anni, stabilendo le priorità in funzione dell'importanza dei siti per il mantenimento o il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, di uno o più tipi di habitat naturali di cui all'allegato I o di una o più specie di cui all'allegato II e per la coerenza di Natura 2000, nonché alla luce dei rischi di degrado e di distruzione che incombono su detti siti" (articolo 4, comma 4 della Direttiva Habitat).

In Italia è Il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, che designa, con decreto d'intesa adottato con ciascuna regione interessata, i SIC elencati nella lista ufficiale come ZSC.

Quindi, gli Stati Membri inviano l'elenco dei siti alla Commissione Europea - Direzione Generale dell'Ambiente. Per ogni sito individuato è necessario compilare una scheda (formulario Natura 2000) elaborata dalla Commissione ed adottata dai rappresentanti di tutti gli Stati Membri del Comitato Habitat istituito dall'articolo 20 della Direttiva.

L'obbligo derivante dalla Direttiva è quello di adottare opportune misure per evitare:

- il degrado degli habitat delle specie per le quali le zone sono state designate;
- il disturbo delle specie per i quali le zone sono state designate ove questa possa avere effetti negativi sulla loro conservazione.

Nel 2008 la Commissione Europea ha pubblicato 24 linee guida di gestione per altrettanti habitat prioritari e di interesse comunitario. Ogni documento è costituito da circa 25 pagine dove vengono indicate:

- le caratteristiche dell'habitat in relazione alla distribuzione europea (con maggiore dettaglio rispetto al Manuale di Interpretazione europeo degli habitat);
- le azioni ricorrenti da svolgere per mantenerlo;
- le specie che dipendono dall'habitat;
- indicazioni su come stimare i costi di gestione e dei fondi comunitari utilizzabili;
- la bibliografia e le esperienze di gestione più significative.

Un aspetto chiave nella conservazione dei siti, previsto dalla Direttiva, è la Valutazione di Incidenza, la quale ha lo scopo di accertare se i progetti o i piani possono avere un impatto negativo sui siti.

L'Italia, dal 1995 al 1997, ha individuato le aree proponibili come SIC, nel proprio territorio nazionale, attraverso il programma Bioitaly (Biotypes Inventory Of Italy) stipulato tra il Ministero dell'Ambiente - Servizio Conservazione della Natura, e le Regioni e Provincie Autonome.

Il Regolamento CEE n.1973/92 del Consiglio del 21 maggio 1992 ha istituito lo strumento finanziario LIFE (L'instrument financier pour l'environnement) finalizzato a contribuire all'attuazione e allo sviluppo della politica comunitaria nel settore dell'ambiente.

I risultati coprono il periodo 2001-2006 e mettono in evidenza che solo una piccola percentuale degli habitat e delle specie di interesse comunitario gode di uno stato di conservazione soddisfacente.

Dalle relazioni presentate dagli Stati membri emerge che le formazioni erbose, le zone umide e gli habitat costieri subiscono le maggiori pressioni.

Le formazioni erbose sono prevalentemente associate a modelli agricoli tradizionali, che stanno scomparendo in tutta l'UE; le zone umide continuano ad essere destinate ad altri tipi di uso del suolo e subiscono anche gli effetti dei cambiamenti climatici; infine, gli habitat costieri sono sotto la pressione sempre più forte esercitata dal turismo e dall'urbanizzazione.

I dati raccolti dimostrano che le misure di conservazione proposte nella direttiva, i finanziamenti e altri strumenti previsti dalle politiche settoriali possono dare risultati positivi.

Gli standard CEN

La Direttiva Europea sulle acque richiede che i diversi Stati Membri, nell'ambito della valutazione dello stato ecologico, effettuino il rilevamento delle caratteristiche idromorfologiche al fine di avere a disposizione elementi utili all'interpretazione del dato biologico. I diversi stati europei utilizzano metodi diversi per il rilevamento delle caratteristiche idromorfologiche e, peraltro, non tutti dispongono di metodi adeguati al soddisfacimento della 2000/60. Di certo si sa che i metodi, secondo tale legislazione, dovrebbero essere in grado di fornire elementi in merito alle seguenti caratteristiche:

- *Regime idrologico:* massa e dinamica del flusso e la risultante connessione con le acque sotterranee;
- *Continuità del fiume*;
- *Condizioni morfologiche:* caratteristiche del solco fluviale, variazioni della larghezza e della profondità, velocità di flusso, condizioni del substrato nonché struttura e condizioni delle zone ripariali.

Nella WFD si fa riferimento all'uso degli *standard CEN* (European Committee for Standardization), un'associazione che tenta di considerare tutti gli Standard Nazionali dei paesi europei.

Il CEN, da qualche anno, ha attivato un gruppo di lavoro con la finalità di definire gli elementi comuni che i diversi metodi per il rilevamento delle caratteristiche idromorfologiche dovranno considerare. In particolare, il gruppo di lavoro CEN ha definito le categorie d'informazione idromorfologica che dovrebbero essere considerate.

Tra queste, le categorie rilevanti per gli aspetti trattati nella presente relazione sono:

- substrato artificiale e naturale;
- vegetazione nel canale e detrito organico;
- caratteristiche di erosione e deposito;

- impatti sui flussi legati alla presenza di caratteristiche artificiali nel canale, effetti delle modificazioni a scala di bacino ed effetti dell'alterazione giornaliera del flusso;
- tipi di vegetazione/struttura delle sponde e dei territori adiacenti;
- continuità longitudinale;
- struttura e modificazione delle sponde;
- grado di connettività laterale e grado di movimento laterale.

L'approccio secondo il quale procedere alla quantificazione delle condizioni idromorfologiche fluviali può prevedere l'analisi di diverse scale spaziali, da quella più piccola - quale può essere il sito vero e proprio - a quella di tratto fino a quella di bacino. Il CEN, insieme al CENELEC e all'ETSI è una delle tre European Standardization Organizations; esse sono state ufficialmente riconosciute come le responsabili per lo sviluppo e la definizione di standard europei che si riferiscono a numerosi settori: aria, chimica, costruzioni, sicurezza, energia, ambiente, cibo, salute, trasporti e servizi, smart living.

Gli standard europei sono determinati tramite un trasparente ed equilibrato processo in cui sono coinvolti un insieme di stakeholders che collaborano con lo scopo di supportare una crescita sostenibile del mercato e del cittadino. L'applicazione corretta di tali standard migliora la qualità e la performance di ogni settore applicativo. Il legame fra il processo di standardizzazione e la legislazione europea si è sviluppato a partire dal 1985 grazie ad un nuovo approccio volto all'armonizzazione della tecnica. Gli standard sono dei veri e propri documenti che impongono delle misure specifiche e altre informazioni tecniche con una certa attenzione a diversi tipi di prodotti, materiali, servizi e processi, ponendo le basi per una mutua comunicazione fra individui, businesses, pubbliche autorità al fine di semplificare gli scambi, il commercio e garantendo un linguaggio più obiettivo tramite il quale confrontarsi. L'utilizzo di un approccio standard per la valutazione idromorfologica rappresenta un importante passo per un adeguato confronto tra paesi.

Il lavoro del CEN iniziato nel 1999 ha portato alla pubblicazione di un primo standard sull'idromorfologia **EN 14614** (2004) in cui vengono definiti i principi base su cui effettuare la

valutazione idromorfologica senza compromettere l'impiego dei metodi in uso presso gli stati membri quali ad esempio il River Habitat Survey in UK, il metodo francese dell'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, e quello tedesco LAWA.

Gli elementi delineati in questo standard CEN rappresentano la base di riferimento per i paesi che non hanno sviluppato un metodo ufficiale di caratterizzazione idromorfologica. Dove i metodi già esistono si è verificato che i risultati ottenuti fossero conformi allo standard. Lo standard valuta le caratteristiche del fiume suddividendolo in canale, sponde/aria riparti e area inondabile, valutando se un sito fluviale può ritenersi un riferimento dal punto di vista idromorfologico considerando:

- il canale e le rive (privi di strutture artificiali che possono alterare i processi);
- il profilo dell'alveo e del fiume (non alterati da attività antropiche);
- connettività laterale tale che ci sia un'assenza di modificazioni strutturali che impediscano lo scambio d'acqua tra il canale principale e la piana inondabile;
- la continuità longitudinale e la vegetazione riparia che sia di tipo naturale.

Un secondo standard è l'**EN 15843**, il cui obiettivo è quello di quantificare le modifiche rispetto alle condizioni naturali in seguito ad una certa pressione antropica. Attribuendo un certo punteggio che definisce il grado di scostamento dalle condizioni naturali, è possibile classificare i siti fluviali in cinque classi che considerano da una parte le caratteristiche fondamentali e dall'altra parte le caratteristiche addizionali. Tali standard CEN forniscono delle linee guida per la valutazione delle caratteristiche idromorfologiche dei corsi d'acqua senza dare indicazioni sulla metodologia da utilizzare per determinare tali valori. Ogni stato utilizza il metodo che ritiene più idoneo; l'importanza degli standard CEN risiede nella possibilità di **comparare i risultati ottenuti** conformemente alla WFD.

Metodo Caravaggio e l'Indice IQH

Metodi di rilevamento idromorfologico in uso in Europa e in Italia

Molti paesi europei ancora non dispongono di metodi ufficiali per il rilevamento delle caratteristiche idromorfologiche e di habitat. I primi paesi che svilupparono dei metodi furono la Francia (Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 1996), il Regno Unito (Raven et al.,1997) e la Germania (LAWA, 2000).

Il River Habitat Survey (RHS, Raven et al.,1997) è stato estensivamente applicato sin dalla metà degli anni novanta in tutto il Regno Unito ed è attualmente il metodo standard per il rilevamento idromorfologico. Il RHS si configura come un inventario di caratteristiche e prevede che venga registrata la frequenza di attributi relativi a:

- canale (tipi di flusso, tipi di substrato, presenza di barre longitudinali di deposito, tipo di vegetazione);
- sponda (materiale della sponda, presenza di barre di meandro o laterali);
- presenza di manufatti artificiali.

L'unità standard di campionamento è un tratto di fiume lungo 500 metri e le caratteristiche relative all'alveo e alle sponde sono rilevate in corrispondenza di 10 transetti posizionati a 50 metri di distanza l'uno dall'altro. Le caratteristiche osservate lungo l'intero tratto fluviale vengono registrate nella sezione di rilevamento complessivo (Sweep-Up).

Il RHS è un metodo semplice ed efficace per caratterizzare la struttura fisica di fiumi piccoli e medi (fino a 150 metri di larghezza). Il metodo combina i principi base, gli approcci e la terminologia dell'idromorfologia fluviale con l'ecologia e la conservazione della natura. Gli attributi rilevati con il RHS possono essere considerati sia come singole caratteristiche che come caratteristiche combinate in indici sintetici. Gli indici ad oggi sviluppati per il RHS sono:

- HMS (Habitat Modification Score) che quantifica le alterazioni morfologiche;

- HQA (Habitat Quality Assessment) che quantifica la diversificazione degli habitat e la naturalità del territorio.

Il RHS, seppure con dei limiti, si è rilevato un utile strumento ai fini gestionali e di conservazione della natura.

In Germania il gruppo di lavoro LAWA - Länderarbeitsgemeinschaft Wasser - degli Stati Federali sui temi dell'acqua, ha sviluppato due metodi per la classificazione e la valutazione degli habitat. Il primo è l' 'Overview Survey' (OVS), il secondo è l' 'On-site Survey' (OSS, or Vor-Ort-Kartierung). La semplicità del metodo permette un rilievo rapido e poco costoso. OVS è un metodo operativo alla base dei piani di gestione e monitoraggio locali e regionali. All'inizio era stato ideato per fiumi di medie e piccole dimensioni e successivamente è stato modificato anche per i grandi fiumi (fiumi di ampiezza maggiore a 10 metri).

OSS è basato su rilievi di campo e include un'ampia varietà di caratteristiche. L'unità di campionamento è 100 metri per fiumi piccoli e medi e 1 km o multipli per fiumi grandi.

In Francia è stato sviluppato e applicato, senza rappresentare il metodo ufficiale, il SEQ-MP (Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 1996; Raven et al., 2002; Souchon, 1998). L'informazione è ottenuta da mappe per un tratto di lunghezza definita. In particolare le mappe sono utilizzate per determinare la lunghezza dell'unità di campionamento (da qualche centinaio di metri a qualche chilometro). Con il metodo francese sono rilevate molteplici caratteristiche, utilizzando categorie che descrivono la variazione, la diversità e l'importanza relativa di alcuni elementi strutturali di alveo, sponde e piana inondabile, senza necessariamente registrare le caratteristiche di per sé.

In Italia lo stato ecologico viene classificato tramite l'analisi dei seguenti aspetti:

1. Regime idrologico (quantità e variazione del regime delle portate);

2. Continuità fluviale (entità ed estensione degli impatti di opere artificiali sul flusso di acqua, sedimenti e biota);

3. Condizioni morfologiche (portate solide, configurazione morfologica plano-altimetrica, configurazione delle sezioni fluviali, configurazione e struttura del letto, vegetazione nella fascia perifluviale);

4. Condizioni degli habitat.

I metodi attualmente disponibili per il rilevamento delle caratteristiche idromorfologiche di cui ai punti 1-3 sono stati sviluppati dall' ISPRA in collaborazione con l'Università di Firenze.

L'analisi del regime idrologico è effettuata sulla base dell'Indice di Alterazione del Regime Idrologico IARI, che fornisce una misura dello scostamento del regime idrologico osservato rispetto a quello naturale che si avrebbe in assenza di pressioni antropiche (ISPRA, 2010).

La valutazione delle condizioni idromorfologiche avviene applicando una procedura che prevede diverse fasi che vanno dall'inquadramento e classificazione iniziale dei corsi d'acqua alla classificazione dello stato morfologico attuale.

La valutazione dello stato morfologico viene effettuata considerando la funzionalità geomorfologica, l'artificialità e le variazioni morfologiche, che concorrono alla formazione dell'Indice di Qualità Morfologica, IQM. La determinazione dello stato morfologico viene effettuata attraverso l'ausilio di apposite schede di valutazione, che consentono un'analisi guidata dei vari aspetti, attraverso l'impiego integrato di analisi GIS da immagini telerilevate e rilevamenti sul terreno.

Per il rilevamento degli habitat è invece disponibile il metodo CARAVAGGIO - Core Assessment of River hAbitat VAlue and hydromorpholoGical cOndition - sviluppato a partire dal metodo inglese River Habitat Survey (RHS).

Gli aspetti idromorfologici sono trattati solo indirettamente in quanto sono un utile strumento per valutare la qualità degli habitat fluviali. L'originale metodo inglese è stato ampliato e modificato per potere caratterizzare e descrivere i corsi d'acqua Sud europei contraddistinti da una maggiore diversificazione e dinamicità rispetto ai corsi d'acqua presenti nel Regno Unito.

Il metodo CARAVAGGIO non si limita alla sola valutazione della qualità degli habitat ma è orientato a soddisfare le richieste della WFD riguardo la valutazione della qualità idromorfologica dei corpi idrici, la cui definizione dovrà supportare l'interpretazione dei dati biologici e la selezione dei siti di riferimento da individuare per ogni tipo fluviale.

La visione del fiume offerta dal metodo CARAVAGGIO ricalca quella proposta dallo Standard CEN EN14614 (2004); il corso d'acqua, ai fini del rilievo, viene idealmente suddiviso in 3 zone distinte:

- Alveo attivo (l'area bagnata e le barre);
- Zona spondale e area riparia (dalla fine delle barre alla sommità di sponda);
- Zona adiacente il corso d'acqua (area oltre la sommità della sponda, inclusa la piana inondabile).

La scheda di raccolta dati rispecchia la suddivisione ideale sopra riportata e ad ogni sezione sono associate le caratteristiche di una determinata zona.

Il metodo può essere applicato a tutti i tipi fluviali percorribili, ad eccezione dei grandi fiumi le cui dimensioni impediscono la corretta registrazione delle caratteristiche idromorfologiche e che richiedono, in termini generali, altri approcci di studio.

L'unità standard di campionamento, come per l'RHS, è un tratto di fiume lungo 500 m e le caratteristiche relative all'alveo e alle sponde sono rilevate in corrispondenza di 10 transetti posizionati a 50 m di distanza l'uno dall'altro. Le caratteristiche osservate lungo l'intero tratto fluviale vengono registrate nella sezione di rilevamento complessivo (Sweep-Up).

Le principali caratteristiche registrate lungo i 10 transetti sono:

- Uso del suolo alla sommità della sponda e struttura della vegetazione della riva;
- Attributi fisici della sponda;
- Caratteristiche di erosione/deposito (canale principale, sponde e canale secondario);
- Larghezza totale del pelo libero e dell'alveo (barre incluse);
- Habitat e modificazioni del canale (e.g. tipo di flusso, tipo di substrato);
- Tipi di vegetazione in alveo.

Nella Sezione di rilevazione complessiva si rilevano:

- Caratteristiche artificiali in alveo;
- Uso del suolo in 50 m dalla sommità della sponda;

- Profili della sponda;
- Copertura arborea e caratteristiche associate;
- Caratteristiche selezionate dell'alveo;
- Altre caratteristiche di alveo e sponde.

Progetto Inhabit

Il progetto INHABIT, "Idromorfologia locale, habitat e Piani di Gestione: nuove misure per migliorare la qualità ecologica in fiumi e laghi sud europei", è un progetto LIFE supportato dall'Unione Europea.

Il progetto INHABIT ha lo scopo di raccogliere tutta una serie di informazioni utili al miglioramento dei Piani di Gestione dei Bacini idrografici ai sensi della WFD in Sud Europa attraverso una serie di misure innovative che tengono conto dell'idromorfologia e dell'habitat; questa procedura diventa obiettiva grazie all'impiego di alcuni standard di riferimento che individuano la variabilità naturale dei parametri idromorfologici, di habitat e tipo chimico-fisico. In particolare gli obiettivi del progetto sono:

- ✓ quantificare e interpretare la variabilità osservata in condizioni naturali per quelle caratteristiche che esercitano un'elevata influenza sulle comunità biologiche;
- ✓ valutare e descrivere la variabilità legata a fattori di perturbazione antropica, ponendola in relazione alla variabilità associata a fattori naturali;
- ✓ valutare come e se gli habitat possono influenzare la valutazione dello stato ecologico e contribuire all'incertezza di tale valutazione, a causa di errori di misura, o un erroneo approccio metodologico, o a causa dell'influenza diretta degli aspetti idromorfologici e di habitat;
- ✓ integrare le informazioni prodotte nell'ottica di possibili misure integrative riferite ai Piani di Gestione esistenti, riguardanti le condizioni idromorfologiche e di habitat, affinché lo stato ecologico buono per fiumi e laghi possa essere raggiunto con costi minori, più rapidamente e valutando in modo preventivo e oggettivo l'efficacia delle possibili misure.

L'Italia è caratterizzata da diversificate condizioni ambientali. Il suo territorio, infatti, si estende dalle Alpi alle due più grandi isole mediterranee, ecco perché non è facile affrontare lo studio e la gestione

delle risorse naturali con i relativi risvolti socio-economici. INHABIT è un progetto che coinvolge istituzioni e territori molto diversi fra loro e il suo sforzo risiede nell'impostare una visione comune di implementazione della WFD, tentando di individuare soluzioni alternative, innovative e sperimentate in aree complesse. La WFD riconosce la priorità di considerare le informazioni idromorfologiche sia nella selezione dei siti naturali o semi naturali, sia come supporto all'interpretazione delle informazioni biologiche nei processi di classificazione della qualità e di definizione delle misure di miglioramento.

In particolare, all'interno di un intero ecosistema fluviale si possono distinguere habitat più piccoli:

- il microhabitat (fino ad 1m);
- il mesohabitat (da 1m a qualche decina di m);
- il macrohabitat (oltre 50m di estensione).

Ogni corso d'acqua si caratterizza per un complesso mosaico di habitat, definito da una serie di fattori quali:

- le dinamiche idrologiche;
- le caratteristiche dei sedimenti;
- la litologia;
- i processi geomorfologici in atto;
- i fattori climatici;
- gli effetti diretti e indiretti delle attività antropiche.

L'habitat costituisce l'interfaccia fra gli organismi biologici del fiume e delle zone riparie e il fiume stesso.

Nel contesto europeo sono diversi i metodi dedicati alla descrizione e alla valutazione degli habitat presenti in un determinato tratto fluviale: fra questi il metodo CARAVAGGIO, estesamente utilizzato in INHABIT, tenta di fornire un quadro quanto più completo possibile dell'habitat considerato, per quanto in realtà sia difficile che un solo metodo possa essere esaustivo a tal fine, ciò per svariati motivi, quali: la scala temporale e spaziale di applicazione; la finalità per la quale il metodo è stato sviluppato; gli strumenti di rilievo sui quali il metodo si basa (siano essi in campo o sulla base di dati esistenti). Da ciò deriva che, anche solo ai fini della WFD, diversi metodi di rilevamento

idromorfologico dovranno essere affiancati, al fine di fornire risposte adeguate alle molteplici necessità introdotte dalla WFD stessa.

Metodo Caravaggio

Il metodo CARAVAGGIO è stato concepito per raccogliere informazioni utili per la descrizione degli habitat fluviali, da più punti di vista e con attenzione a diversi aspetti principalmente legati alle condizioni idromorfologiche osservate in un dato tratto fluviale. Il metodo consente il *rilevamento*, l'*archiviazione* e la successiva *elaborazione* di un gran numero di dati rappresentativi dell'alveo, delle sponde e del territorio adiacente al fiume.

La visione del fiume offerta dal metodo CARAVAGGIO ricalca quella inserita nello Standard CEN EN 14614 (2004): "*Linee guida per la valutazione delle caratteristiche idromorfologiche dei fiumi*". Il corso d'acqua, ai fini del rilievo, viene idealmente suddiviso in tre zone distinte: alveo attivo (l'area bagnata e le barre); zona spondale e area riparia (dalla fine delle barre alla sommità di sponda); zona adiacente al corso d'acqua (oltre la sommità di sponda).

Raccogliere i dati col metodo CARAVAGGIO consente di:

- ottenere una descrizione degli habitat fluviali e classificazione della loro qualità;
- selezionare i siti di riferimento;
- supportare l'interpretazione dei dati relativi agli elementi di qualità biologica;
- caratterizzare gli habitat per la gestione delle risorse alieutiche per la pesca in ambiente fluviale;
- individuare gli habitat a supporto della Direttiva HABITAT e di altra legislazione in materia di tutela dell'ambiente;
- tutelare la biodiversità e definire il carattere lentico-lotico dei fiumi;
- valutare le pressioni e gli impatti nei corpi idrici fluviali;
- contribuire alle procedure di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e di Valutazione Ambientale Strategica (VAS) che interessino le aree fluviali;
- stimare il rischio di fallire gli obiettivi di qualità e il raggiungimento dello Stato Ecologico Buono nei fiumi;

- caratterizzare gli habitat in corpi idrici fortemente modificati o artificiali;
- individuare le misure di risanamento e tutela;
- contribuire alla predisposizione nei piani di tutela e gestione.

Il metodo CARAVAGGIO è l'evoluzione del metodo inglese RHS (River Habitat Survey), messo a punto dall'Environment Agency di Inghilterra e Galles. L'ultima versione del RHS è stata presentata nel 2003, rettificando alcuni elementi e aggiornando il manuale della versione del 1997. Il RHS si configura come un inventario di caratteristiche e prevede vengano registrati gli attributi del canale, della sponda, e la presenza di manufatti artificiali. Pur avendo conservato la filosofia generale del metodo inglese, incluso il concetto di tratto e la suddivisione spaziale in transetti, garantendo perciò delle analogie con il RHS inglese, il CARAVAGGIO è una sua evoluzione.

È stata perciò riorganizzata la struttura del protocollo di rilevamento in modo da offrire all'operatore un quadro di lettura dell'ambiente più razionale, al fine di consentire una migliore comprensione dei fenomeni in atto nel fiume stesso, cercando di limitare gli errori di rilevamento. Inoltre è stata considerata una differente formulazione delle definizioni dell'entità di impatto di alcune strutture artificiali rinvenibili lungo un fiume.

Nell'attuale fase di implementazione della WFD, le informazioni sintetizzate attraverso gli indici possono essere integrate al fine di ottenere una valutazione della qualità dell'habitat delle aree fluviali, a sua volta utile per la classificazione in termini di idromorfologia fluviale.

Più in dettaglio, i singoli indici si riferiscono a:

- diversificazione e qualità degli habitat fluviali e ripari (***HQA***);
- presenza di strutture artificiali nel tratto considerato (***HMS***);
- uso del territorio nelle aree fluviali e perifluviali (***LUI***).

La combinazione degli elementi sopra riportati, in termini di indici HMS, HQA e LUI, definirà l'*Indice di Qualità dell'Habitat*, genericamente denominato "***IQH***", mediante il quale effettuare la distinzione tra lo stato elevato e non elevato.

L'applicazione in campo del CARAVAGGIO restituisce delle "fotografie" degli habitat presenti nel fiume, senza sovrapporvi un giudizio di qualsivoglia natura; non si vogliono cioè definire un habitat o una determinata combinazione di caratteristiche osservate come "buoni" o "cattivi" a prescindere. Il

rischio di applicare inconsapevolmente un pregiudizio, anche solo estetico, alla valutazione delle condizioni fisiche di ciò che si sta osservando potrebbe essere significativo e può dipendere, ad esempio, dalla formazione culturale dell'osservatore, dai suoi interessi specifici e, evidentemente, dalle finalità per le quali il rilievo degli habitat viene condotto.

È quindi importante che la descrizione di una qualsiasi caratteristica fluviale venga effettuata separando la fase di rilievo (in campo o meno) da quella di analisi e di giudizio. In questo modo, oltre a garantire maggiore imparzialità, l'applicazione di un determinato metodo/approccio potrà rivelarsi utile anche per finalità diverse da quelle per le quali l'applicazione viene condotta in un dato momento. La medesima informazione potrà essere valutata e "giudicata" quindi differentemente in contesti diversi e mediante distinti descrittori che siano eventualmente stati proposti/sviluppati. Le stesse modalità di rilevamento e di archiviazione dell'informazione raccolta, che dovrebbero poter quindi supportare usi molteplici, sono cioè non secondari nelle valutazioni di carattere idromorfologico e degli habitat fluviali.

In conclusione, il CARAVAGGIO può essere visto come un metodo adeguato per perseguire una varietà di obiettivi, tra i quali, ai diversi estremi:

- raccogliere una grande quantità di informazioni - in modo standard e in poco tempo - che possono essere utilizzate per finalità notevolmente diversificate;
- consentire, anche attraverso l'ispirazione di un'originale sensibilità nei confronti dell'ambiente fiume, l'unificazione concettuale di aspetti notevoli dei sistemi fluviali, finanche nella scoperta di dettagli solo apparentemente poco rilevanti;
- ottenere utili sintesi di alcune caratteristiche importanti degli habitat fluviali, senza allontanarsi dalla complessità evidenziata nella fase di rilevamento.

Modus Operandi del Metodo Caravaggio - Indagini da remoto

La metodica di lavoro del CARAVAGGIO è fondata sull'acquisizione dei dati tramite osservazione diretta delle caratteristiche fluviali. Dato che la scheda è compilata principalmente su campo, non viene espressamente suggerito di ricavare informazioni con altri mezzi sostitutivi, poiché, di principio, il dettaglio di analisi su un tratto di soli 500 metri si adatta molto meglio allo studio in campo che ad altre tecniche di rilevamento. Molte caratteristiche, tra cui la vegetazione acquatica e i flussi, sono spesso sostanzialmente impossibili da rilevare in altro modo. Tuttavia, la cartografia e le tecnologie

da remoto oggi a disposizione (*GIS, foto satellitari*) sono strumenti di analisi territoriale preziosi e indispensabili per poter inquadrare quel singolo tratto all'interno dell'intero corso d'acqua e del suo territorio. Banalmente, la "vecchia" cartografia (*CTR, IGM*) è quasi indispensabile in primo luogo per comprendere dove ci si trovi, il contesto geografico e il tipo di fiume, anche solo per prepararsi correttamente all'uscita. Le tecnologie da remoto vanno oltre e consentono di cogliere alcune informazioni che potrebbero condizionare la bontà della scelta del tratto selezionato, o anche fornire una diversa lettura del tratto stesso evitando errori di interpretazione. Grazie al supporto cartografico, si possono individuare caratteristiche importanti per circostanziare ciò che si osserva a monte del tratto, che potrebbero sfuggire in campo: una diga o un importante manufatto di controllo del flusso, grandi derivazioni o restituzioni, significative fonti di pressione come i grandi impianti di depurazione. Inoltre, alcune caratteristiche da registrare nel CARAVAGGIO, come la *forma del tracciato fluviale*, sono più pertinenti all'osservazione tramite vista aerea o comunque a scale maggiori di quella del campo.

Inquadramento spaziale

Il metodo CARAVAGGIO è un protocollo di raccolta dati che consente il rilevamento visivo di un ampio ventaglio di caratteristiche idromorfologiche e di habitat negli ecosistemi fluviali.

L'unità spaziale longitudinale di riferimento è un tratto fluviale lungo 500 m, da percorrere idealmente seguendo il corso dell'acqua e/o la linea del *thalweg* (linea di massima profondità in alveo).

Di norma, il tratto da esaminare è selezionato mediante analisi cartografica, prima dell'uscita in campo e in accordo con le finalità dell'applicazione. Ove possibile, il tratto selezionato dovrebbe appartenere a un segmento fluviale omogeneo.

All'operatore, una volta in campo, è richiesto di registrare la presenza, l'assenza e, in alcuni casi, il numero o l'estensione delle caratteristiche d'interesse. Le informazioni sono raccolte - mediante la compilazione della scheda di campo - con quattro principali modalità:

- *presenza/estensione*: indicare, attraverso l'inserimento di un simbolo, se la caratteristica in esame è assente, presente (ma per meno del 33%), estesa per almeno il 33% o estesa a tutto il tratto;

- *presenza/assenza*: segnalare la presenza di una data caratteristica lungo vari transetti trasversali mediante l'inserimento di un acronimo (di due lettere);
- *misurazione*: rilevare le dimensioni di alcune caratteristiche del corso d'acqua;
- *conteggio*: contare quante volte una determinata caratteristica è osservata all'interno del tratto fluviale.

Il metodo, analogamente al *River Habitat Survey* (RHS) dal quale deriva, prevede la simultanea applicazione di due approcci al rilevamento, uno più orientato alla registrazione di aspetti di dettaglio lungo una serie di transetti (*spot-check*) e l'altro ad aspetti generali osservabili nel tratto nel suo insieme (*sweep-up*).

Spot-check

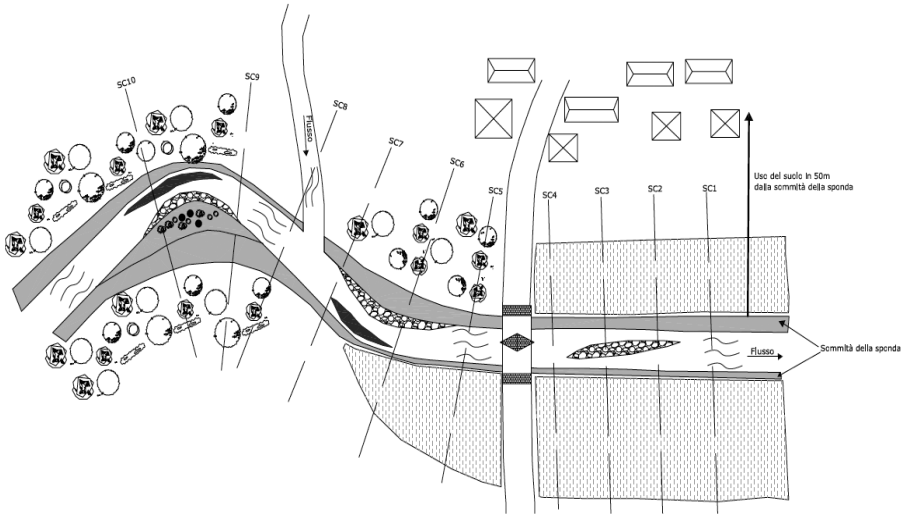
Il maggior numero di caratteristiche delle sponde e dell'alveo sono rilevate in corrispondenza di 10 transetti distanziati tra loro di circa 50 metri.

Ogni caratteristica registrata a livello di *spot-check* è valutata su un transetto trasversale la cui ampiezza longitudinale varia secondo il tipo di caratteristica e della modalità con cui viene annotata.

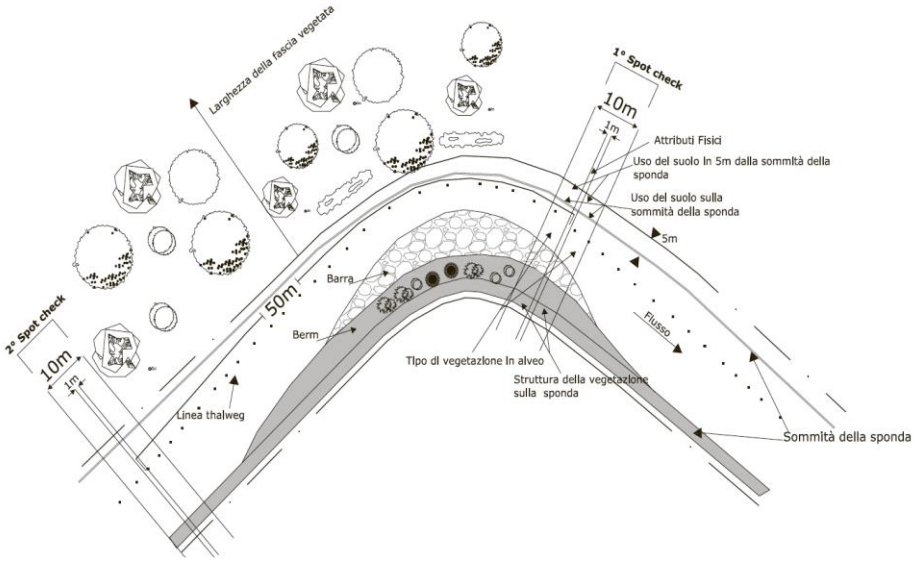
Nell'approccio di rilevazione complessiva (*sweep-up*) sono registrate caratteristiche osservate lungo l'intero tratto fluviale, tra cui: uso del territorio in 50 m dalla sommità di sponda e sulla sponda, profili della sponda, copertura arborea, etc.

La scheda utilizzata per il rilevamento dati si compone di quattro pagine ed è corredata da una chiave applicativa, che fornisce all'operatore una sintetica descrizione delle caratteristiche che devono essere registrate e il significato degli acronimi da utilizzare.

L'applicazione del metodo, per quanto concerne i rilievi lungo i transetti, inizia dallo *spot-check* 1, quello più a valle, e si conclude con lo *spot-check* 10, quello più a monte.



Suddivisione di un tratto di 500 m in 10 tratti di 50 m ciascuno tramite gli spot-check



Spot-Check

Sweep-Up

Lo sweep-up è il procedimento di *indagine complessiva* applicato successivamente alla valutazione nei singoli spot-check.

Nello *sweep-up* vengono registrate tutte le caratteristiche presenti per più dell'1% (stima) della lunghezza del tratto indagato (con alcune eccezioni, evidenziate nelle rispettive sezioni, per le quali non c'è una soglia minima). Il metodo prevede che si utilizzino codici diversi in funzione dell'estensione della caratteristica osservata:

- Se un elemento è presente per meno del 33% della lunghezza utilizzare √ o la lettera **P** (per Presente);
- Se un elemento è presente per almeno il 33% della lunghezza del sito utilizzare la lettera **E** (per Estensivo);
- Se esso è presente per l'intera lunghezza del sito, utilizzare la lettera **W** (per *Whole*, tutto il tratto).

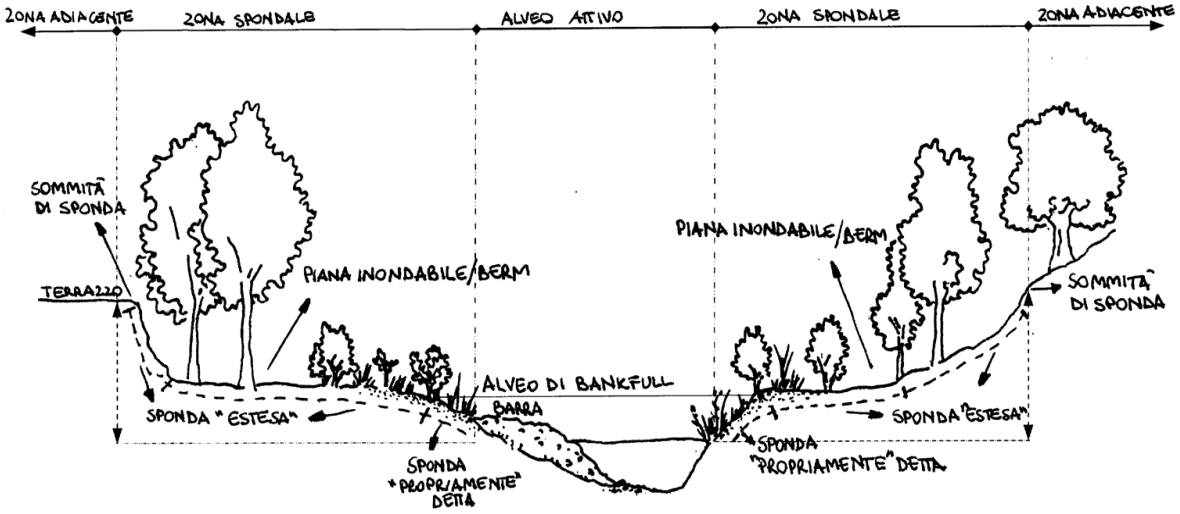
Alcune caratteristiche rilevate durante lo *sweep-up* sono annotate anche durante l'analisi lungo i transetti, come ad esempio il tipo di flusso, le barre di deposito, i profili della sponda, in maniera tale da non trascurarne la presenza nei 500 m qualora non siano osservabili in corrispondenza dei transetti.

Al contrario, altre caratteristiche sono registrate esclusivamente durante lo *sweep-up*, come la presenza di alcune categorie di manufatti o alterazioni, l'uso del suolo sulla sponda e nei 50 m oltre la sommità di sponda, la composizione della vegetazione arborea, le condizioni generali del tratto e le caratteristiche di particolare interesse ecologico osservate nell'area d'indagine. Durante lo *sweep-up* vengono anche registrate informazioni orientative in merito alla morfologia dell'alveo e alla forma della valle in cui il tratto fluviale in esame è inserito.

Secondo il Metodo CARAVAGGIO la suddivisione del territorio occupato dal corso d'acqua e dalle porzioni sotto la sua diretta influenza considera tre zone:

- Alveo attivo: alveo bagnato e barre di deposito/isole;
- Zona spondale (o sponda): in termini generali, dall'estremo laterale delle barre (ove presenti) o dall'acqua alla sommità della sponda;
- Zona adiacente al corso d'acqua: porzione di territorio laterale, oltre la sommità della sponda (rilievo su 50 m oltre la sommità).

Quando si è in campo è necessario innanzitutto individuare i confini fra queste tre zone per garantire una corretta applicazione del metodo.



Suddivisione in zone di una generica sezione fluviale

L'alveo attivo comprende sia porzioni sommerse quali l'alveo bagnato o l'alveo di magra, sia porzioni di alveo asciutto, dove sono presenti barre di deposito sia vegetate che non vegetate. In alveo, possono essere presenti canali secondari separati dal primario e/o tra loro da barre longitudinali o da isole. Sono esclusi dall'alveo attivo terrazzi fluviali e la piana inondabile (o berm).

La piana inondabile (attiva) è quella superficie pianeggiante che delimita l'alveo lateralmente, formatasi dai depositi alluvionali del fiume nelle attuali condizioni climatiche e idromorfologiche; viene inondata periodicamente, ogni 1-3 anni, ed è legata alla mobilità laterale del fiume o all'accrescimento delle sue barre di meandro. I terrazzi fluviali rappresentano dei lembi inattivi di piana alluvionale, formatisi in condizioni differenti e poi abbandonati dal fiume. L'alveo attivo è parte del "*bankfull channel*" (alveo a piene rive), cioè quella parte di letto fluviale interessata dalla portata di *bankfull,* o piena con tempi di ritorno 1-2 anni, che riempie l'alveo da sponda a sponda. In presenza di berm e/o vera e propria piana inondabile, la larghezza del canale corrispondente alla portata di *bankfull* è semplice da identificare su campo e il suo limite esterno coincide con l'inizio della *berm* (o piana inondabile). In assenza di *berm*, per l'applicazione del CARAVAGGIO, è possibile usare come limite del canale attivo il punto più esterno delle barre laterali (anche se il *bankfull* non sempre coincide realmente con tale punto) o il limite dell'acqua.

Le caratteristiche da registrare relative al canale comprendono tipo di flusso e di substrato, modifiche del canale, tipo di vegetazione presente in alveo, strutture deposizionali, etc. Inoltre, vengono

registrate misure relative all'alveo attivo come larghezza totale del canale, larghezza dell'alveo bagnato e profondità massima dell'acqua.

La zona spondale (o sponda) comincia dove termina l'alveo attivo; si attribuisce alla sponda un significato più ampio rispetto al termine comunemente utilizzato in geomorfologia. Le sponde propriamente dette sono difatti le superfici inclinate o sub-verticali di raccordo tra canale attivo/barre e piana inondabile/terrazzo. Possono essere basse, come quelle in accrescimento sulla parte interna di un meandro, o alte, come quelle in erosione sul lato esterno di un meandro. In questo contesto, invece, volendo ampliare l'area di indagine degli habitat prossimali al fiume oltre superfici così limitate, si estende il concetto di sponda andando ad includere le aree di *berm* e le porzioni dei versanti nelle valli fluviali che maggiormente interagiscono con il fiume. Questa porzione di territorio aggiuntiva viene qui definita "sponda estesa". Pertanto, nel seguito, si utilizzerà il termine "sponda" per indicare la combinazione tra la sponda propriamente detta e la sponda estesa così come precedentemente definita. Nella parte inferiore della sponda è solitamente presente una scarpatina verticale, soprattutto in presenza di *berm*, che ne indica l'inizio. Le caratteristiche che vengono registrate sulla sponda possono quindi essere molto vicine all'acqua e ne sono spesso direttamente influenzate, come nel caso dei fenomeni di erosione della sponda o di deposito di materiale durante eventi di piena. Relativamente alla sponda, vengono registrate caratteristiche come il materiale della sponda, le modifiche presenti, la struttura della vegetazione, la pendenza, l'eventuale presenza di berm, le caratteristiche di erosione, l'uso del territorio, la vegetazione arborea e le specie invasive eventualmente presenti. Vengono inoltre registrate misure relative a questa zona come l'estensione della sponda, l'altezza della sommità di sponda, l'estensione e l'altezza delle berm presenti. La sponda termina in prossimità della "sommità di sponda" (*banktop*).

La zona adiacente al corso d'acqua comincia dove termina la sponda *sensu* CARAVAGGIO, cioè in corrispondenza della sommità di sponda. Quest'ultima coincide con il punto ideale che separa le porzioni di territorio direttamente influenzate dal dinamismo fluviale e dalle piene con tempi di ritorno relativamente brevi da quelle adiacenti al corso d'acqua con caratteristiche più tipicamente terrestri (inondate con tempi di ritorno almeno pluridecennali). La zona adiacente al corso d'acqua è una zona stabile dove l'ambiente naturale non presenta più caratteristiche associabili in modo esclusivo alla presenza di un'area fluviale e dove si verificano fenomeni di piena con tempi di ritorno

molto lunghi. Oltre la sommità di sponda si è in presenza di un ambiente tipicamente terrestre che, in molti contesti ambientali, potrebbe essere rinvenuto con medesime caratteristiche in assenza del fiume. Per identificare la sommità di sponda vengono proposti diversi criteri, spesso da usare anche in combinazione. I criteri utilizzati sono il cambio di pendenza, l'uso stabile del territorio, il passaggio tra vegetazione igrofila e non igrofila, la copertura discontinua delle rocce, il livello della linea di detrito (*trashline*), etc.

Modalità di lavoro in campo

È buona norma prima di uscire in campo procurarsi la cartografia CTR dell'area e le ortofoto recenti (o immagini satellitari facilmente reperibili su internet) per inquadrare il corso d'acqua nel suo territorio e cogliere subito alcune macroscopiche caratteristiche territoriali o importanti fonti di alterazione. Si consiglia di impostare il lavoro con una fase di valutazione da remoto sull'area e le eventuali pressioni presenti tramite strumenti GIS, precedentemente all'uscita in campo. È consigliato portare con sè le CTR e le ortofoto dell'area.

Avendo quindi una visione generale della zona in esame, una volta giunti sul posto è opportuno innanzitutto riconoscere le zone di suddivisione indicate dal metodo (alveo attivo, zona spondale, zona adiacente al corso d'acqua). Se durante l'applicazione vengono riscontrate delle difficoltà, ad esempio a causa della vegetazione troppo fitta per cui il corso d'acqua è inaccessibile, si possono modificare le distanze fra i transetti in modo da effettuare comunque il rilevamento.

L'applicazione del Metodo CARAVAGGIO consiste della compilazione di alcune schede appositamente fornite con lo scopo di raccogliere tutta una serie di informazioni quantitative e qualitative. Le prime due pagine sono relative ai transetti (*spot-check - SC*) e vi sono alcune informazioni relative all'intero tratto (*sweep-up*).

Le caselle possono essere intere, oppure divise in due parti.

- Casella intera: si inserisce una sola risposta, in formato numerico o di testo.
- Casella divisa in due da una linea diagonale intera: è possibile registrare due diverse caratteristiche, sempre in formato testo.
- Casella divisa in due da una linea diagonale tratteggiata: è possibile inserire una caratteristica primaria (metà superiore) e una secondaria (metà inferiore). Se la caratteristica secondaria non è presente, la seconda metà viene lasciata vuota.

Nelle caselle è possibile inserire una misura oppure un acronimo di uno o due lettere da scegliere tra quelli elencati in scheda e in chiave applicativa per la caratteristica in questione. I nomi per esteso e alcune sintetiche descrizioni sono contenuti nelle corrispondenti sezioni della chiave applicativa.

Per la compilazione delle schede è opportuno far riferimento alla chiave applicativa che indica le sigle o i simboli opportuni da inserire all'interno di ogni casella in base alle caratteristiche del tratto in esame.

Mediamente, un'applicazione CARAVAGGIO ha una durata di 2-2,5 ore. Fiumi strutturalmente complessi, con habitat molto diversificati o difficilmente percorribili richiedono però più tempo e, in tal caso, l'applicazione dura anche oltre le 3 ore. In fiumi molto semplici, dove il fiume è facilmente suddivisibile nelle tre zone, dove è facile camminare e/o le condizioni sono spesso omogenee lungo il tratto, è possibile impiegare anche 1-1,5 ore. Ci si riferisce qui a un tempo medio, dato che spesso i primi transetti richiedono più tempo degli ultimi: dopo i primi transetti, infatti, la compilazione si velocizza in quanto le caratteristiche del fiume tendono a ripetersi e rendono più semplice il rilievo.

I tempi di percorrenza da un transetto all'altro sono molto variabili, in funzione della percorribilità generale del tratto (dislivelli da superare, sponde scoscese, portata elevata, ostacoli o recinzioni da aggirare), dell'abilità dell'operatore (abitudine a muoversi in aree fluviali) e delle condizioni delle aree da percorrere (ciottoli e sponde scivolosi per la pioggia, presenza di arbusti spinosi).

Vengono successivamente riportate le schede fornite dal metodo CARAVAGGIO e la chiave applicativa utile per la loro compilazione.

CARAVAGGIO 2013 - CNR-IRSA, *Core Assessment of River hAbitat VAlue and hydro-morpholoGIcal cOndition* — pagina 1

Fiume	Nome tratto	Data

Transetto 1 a valle — *10 Transetti (Spot-checks)* — car. primaria → ← car. secondaria

Transetto *(Spot-check)*	GPS 10	9	8	7	6	5	4	3	GPS 2	1	Segnare quando pag.1-2 completate
									Campionamento invertebrati		

Sponda Sinistra

	su un transetto di 10 m										
A_I Uso del suolo alla sommità della sponda e struttura della vegetazione di sponda											
Criteri per sommità sponda sinistra (rottura di pendenza **B**, uso **S**tabile, **V**eg. non igrofila, linea di detrito **T**, copertura **R**occe discontinua, **M**eandro)											
Altezza della sponda (*Banktop*) (m)											
Uso del suolo: scegliere tra nat. BL, CW, MN, MM, SH, TH, GR, MH, RD, OW, WL; agr. BP, CP, EU, PO, OR, OL, VI, TL, RP, WM, RF, FM; urb. UR, IN, SU, WT, MR, SR, WR, RA, QU, PG, AW; nv] - si veda pag. 1 della chiave applicativa o pag. 3 della scheda											
Uso del suolo in 5 m da sommità sponda sinistra											
Sommità sinistra (B, U, S, C) (cerchiare se non omogeneo)											
Larghezza della fascia vegetata (m; >m)											
Sponda sinistra (B, U, S, C) (cerchiare se non omogeneo)											
Estensione della Sponda (m)											
B_I Attributi fisici - Sponda Sinistra	su un transetto di 1 m										
Caratteristiche zone marginali e sponde: Pendenza (**V**ert., ***S**teep*, ***G**entle*)/(NO, **Co**Nfluenza, **N**at. **B**erm, **A**rt. **B**erm)											
Ampiezza *Berm*/piana inondabile (m)											
Altezza *Berm*/piana inondabile o *bankfull* (m)											
Modifiche della sponda (NO, RS, RI(N), RT(N), RE(N), PC(B), EM, TR, NK)											
Materiale (NV, BE, BO, CO, GS, EA, PE, CL - CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, LR, BI, CW)											

Sponda Destra

	su un transetto di 10 m										
A_R Uso del suolo alla sommità della sponda e struttura della vegetazione di sponda											
Criteri per sommità sponda destra (rottura di pendenza **B**, uso **S**tabile, **V**eg. non igrofila, linea di detrito **T**, copertura **R**occe discontinua, **M**eandro)											
Altezza della sponda (*Banktop*) (m)											
Uso del suolo: scegliere tra nat. BL, CW, MN, MM, SH, TH, GR, MH, RD, OW, WL; agr. BP, CP, EU, PO, OR, OL, VI, TL, RP, WM, RF, FM; urb. UR, IN, SU, WT, MR, SR, WR, RA, QU, PG, AW; nv] - si veda pag. 1 della chiave applicativa o pag.3 della scheda											
Uso del suolo in 5 m da sommità sponda destra											
Sommità destra (B, U, S, C) (cerchiare se non omogeneo)											
Larghezza della fascia vegetata (m; >m)											
Sponda destra (B, U, S, C) (cerchiare se non omogeneo)											
Estensione della Sponda (m)											
B_R Attributi fisici - Sponda Destra	su un transetto di 1 m										
Caratteristiche zone marginali e sponde: Pendenza (**V**ert., ***S**teep*, ***G**entle*)/(NO, **Co**Nfluenza, **N**at. **B**erm, **A**rt. **B**erm)											
Ampiezza *Berm* / piana inondabile (m)											
Altezza *Berm* / piana inondabile o *bankfull* (m)											
Modifiche della sponda (NO, RS, RI(N), RT(N), RE(N), PC(B), EM, TR, NK)											
Materiale (NV, BE, BO, CO, GS, EA, PE, CL - CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, LR, BI, CW)											

Intero Tratto

C Caratteristiche particolari dell'alveo P/✓ (presente), E (> 33%) o W (intero tratto)	canale I	canale I	canale =	(Usare "A" anziche "✓" se determinato dalla presenza di strutture artificiali)	canale I	canale I	canale =
C_1 - Contare sempre	✓, E, W			**C_2 - Contare sempre & posizionare in Pag. 2**	✓, E, W		
***Riffle* (s) (Raschi)**				**DR - Alveo asciutto (*dry*)**			
***Pool* (s) (Pozze)**				**CN - Confluenza**			
Isola/Isola matura				**CB - Barra Concava**			
Barra di meandro non vegetata				**AB - Barre Alternate (coppia)**			
Barra di meandro vegetata				**TB - Barra Trasversale**			
Barra laterale non vegetata				**BC - Scarpata del fondo**			
Barra laterale vegetata				**NI - Scalino del fondo (*Nickpoint/Headcut*)**			
				ED - Depositi alluvionali erosi			
				ER - Radici scoperte in centro alveo			
				OD - Canale inciso			
Note				**LE - Erosione locale della sponda**			

D Altre caratteristiche di alveo e sponde P/✓ (presente), E (> 33%) o W (intero tratto)	canale I	canale I	canale =	(Usare "A" anziche "✓" se determinato dalla presenza di strutture artificiali)	canale I	canale I	canale =
Stimarne il numero se pianificato	✓, E, W				✓, E, W		
Free fall				Roccia esposta in alveo (*Exposed bedrock*)			
Chute flow				Massi esposti in alveo (*Exposed boulders*)			
Broken standing waves				Roccia/massi con vegetazione			
Unbroken standing waves				Barra longitudinale non vegetata			
Rippled flow				Barra longitudinale vegetata			
Upwelling				Scarpata verticale in erosione (*Eroding cliff*)			
Smooth flow				Scarpata verticale stabile (*Stable cliff*)			
Flusso non percettibile				Deposito di ghiaia senza vegetazione			
Acque morte marginali				Deposito di sabbia senza vegetazione			
				Deposito di limo senza vegetazione			

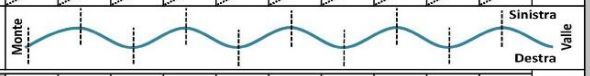
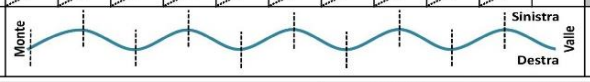
Note

IRSA CNR

INHABIT mar13

Pag. 1- Scheda applicativa

CARAVAGGIO 2013 - CNR-IRSA — ***10 Transetti (Spot-checks)*** — pagina 2

ATTRIBUTI FISICI DELLE SPONDE E DEL CANALE	Transetto 1 a valle										
Sinuosità acqua - curva sx (L), rettilineo (S), curva dx (R)											su un transetto = 5 volte larghezza totale pelo libero
Transetto (*Spot-check*)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
Numero di rami bagnati											
E Caratteristiche di Erosione/Deposito	Cerchiare EC, SC o EB se costituiti da substrato sabbioso e/o ghiaioso										
Sponda Sinistra											
Erosione/Habitat (NV, NO, EC, SC, EB - sponda erosa, ET - sommità sponda erosa , EE - piede sponda eroso, TO - piede, LE - Erosione Locale)											
Deposito presso la sponda (NV, NO, PB(b), VP(b), SB(b), VS(b), AB - Barre Alternate, CB - Barre Concave, BB - grossi Blocchi, BK - roccia, SD - Depositi di Sabbia, SP - depositi sparsi)/BB, AR											
Sponda Destra											
Erosione/Habitat (NV, NO, EC, SC, EB - sponda erosa, ET - sommità sponda erosa , EE - piede sponda eroso, TO - piede, LE - Erosione Locale)											
Deposito presso la sponda (NV, NO, PB(b), VP(b), SB(b), VS(b), AB - Barre Alternate, CB - Barre Concave, BB - grossi Blocchi, BK - roccia, SD - Depositi di Sabbia, SP - depositi sparsi)/BB, AR											
Canale Primario (maggior portata)											
Deposito in centro alveo (NV, NO, RO, EB, VR, BigBlock, MB, VB, MI, MU - Barre Multiple, SP)/BB, AR											
Posizione canale bagnato: sinistra (L) - centro (C) - destra (R)											
Larghezza pelo libero (m)											
Profondità massima dell'acqua (m; >m)											
Canale Secondario (il più diverso rispetto al canale I)											
Deposito in centro alveo (NV, NO, RO, EB, VR, BigBlock, MB, VB, MI, MU - Barre Multiple, SP)/BB, AR											
Posizione canale bagnato: sinistra (L) - centro (C) - destra (R)											
Larghezza pelo libero (m)											
Profondità massima dell'acqua (m; >m)											
Larghezza totale pelo libero (m)											
Larghezza totale dell'alveo (barre incluse; m)											
F Habitat e Modificazioni del canale	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
Canale Primario (maggior portata) AR (✓)											
Mesohabitat: *pool* (P) - *riffle* (R) - non riconoscibile (n)											
Substrato (NV, BE, BO, CO, GP, SA, SI, CL, PE, RR, CC, AR)											
Tipo di flusso (NV, FF, CH, BW, UW, CF, RP, UP, SM, NP, DR)											
Modificazioni dell'alveo (NK, NO, CV, RS, RI, DA, FO, TR)											
Codice & Posizione caratteristiche Artificiali/Naturali (canale I) - Sezioni C/G; n° Foto; vedere Chiave applicativa, pag. 4 (cerchiare car. Sezione G se erosa); indicare la profondità se OD											
Canale Secondario AR (✓)											
Backwater (b)/Canale Artificiale(a)/Confluenza(c)											
Substrato (NV, BE, BO, CO, GP, SA, SI, CL, PE, RR, CC, AR)											
Tipo di flusso (NV, FF, CH, BW, UW, CF, RP, UP, SM, NP, DR)											
Modificazioni dell'alveo (NK, NO, CV, RS, RI, DA, FO, TR)											
Codice & Posizione caratteristiche Artificiali/Naturali (canale I/II) - Sezioni C/G; n° Foto; vedere Chiave applicativa, pag. 4 (cerchiare car. Sezione G se erosa); indicare la profondità se OD **SOLO SE NON GIA' REGISTRATI NELLA SEZ. DEL CANALE PRINCIPALE**											

su un transetto di 1 m

G Strutture Artificiali - Usare "n" invece di "✓" se da ingegneria naturalistica					Canale I			Canale II		
(Intero Tratto: Sweep-up & Transetti)	*Major* (m)	*Interm.* (i)	*Minor* (s)		*Major* (m)	*Interm.* (i)	*Minor* (s)	*Major* (m)	*Interm.* (i)	*Minor* (s)
B - Ponti				D - Pennelli						
H - Briglie/manufatti a forte impatto	inserire nel diagramma			I - Prelievi						
W - Briglie/soglie	a pag. 3			O - Scarichi						
F - Guadi				Altro.....						
assenti ☐ C - Tombini/Sottopassi										

H Forma biologica macrofite/Detrito Organico nell'alveo bagnato e zone marginali	P/✓ (presente), E (> 33%) o W (intero transetto)										
assente ( ) o non visibile (NV)											
epatiche/muschi/licheni											
erbe a foglia larga emergenti											
canne/carici/giunchi, etc.											
a foglie galleggianti radicate											
a foglie galleggianti libere											
anfibie											
sommerse a foglia larga											
sommerse a foglia allungata											
sommerse a foglia filiforme											
alghe filamentose											
radici sommerse di piante riparie (TP)											
CPOM											
FPOM											
LOD/Xylal (e.g. alberi caduti)											
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Sw_up

su un transetto di 10 m

Usare la colonna in fondo a destra per valutare i tipi non osservati nei transetti (P/✓ o E)

INHABIT mar13 — **Solo Sezione H:** Canale principale ▨ Canale secondario

Pag.2 – Scheda applicativa

CARAVAGGIO 2013 - CNR-IRSA ***500 m SWEEP-UP*** pagina 3

I USO DEL SUOLO IN 50 m DALLA SOMMITÀ E SULLA SPONDA P/✓(presente), E (> 33%) o W (intero tratto)

Naturale	Sinistra Sommità	Sinistra Sponda	Destra Sponda	Destra Sommità
Boschi di latifoglie/Sempreverdi mediterranei - BL				
Boschi di conifere (anche secondari) - CW				
Sugherete (anche semi-naturali) - MN				
Macchia mediterranea - MM				
Arbusti e cespugli - SH				
Erba alta/ vegetazione sparsa - TH				

Agricolo	Sommità	Sponda	Sponda	Sommità
Piantagione di latifoglie o mista/ceduo intensivo - BP				
Piantagione di Conifere - CP				
Piantagione di *Eucaliptus* - EU				
Piantagione di *Populus* - PO				
Frutteti - OR				
Uliveti - OL				
Vigne - VI				
Campi coltivati - TL				
Prati/pascoli/alpeggi - RP				
Marcite - WM				
Risaie - RF				
Fattorie/allevamenti - FM				
Campi/aree irrigati intensivamente				

Naturale	Sinistra Sommità	Sinistra Sponda	Destra Sponda	Destra Sommità
Prati naturali - GR				
Brughiere - MH				
Rocce, pietrisco o dune di sabbia - RD				
Specchi d'acqua naturali - OW				
Zone umide (e.g. torbiere, canneti, stagni) - WL				
Altro.....				

Urbano	Sommità	Sponda	Sponda	Sommità
Area urbana - UR				
Zona industriale - IN				
Case sparse (sviluppo Suburbano)/incolti - SU				
Impianto di depurazione - WT				
Strada principale (> 10 m, viadotto, superstrada) - MR				
Strada semplice (<10 m) - SR				
Strada bianca/mulattiera - WR				
Ferrovia - RA				
Cava - QU				
Parchi o giardini - PG				
Specchi d'acqua artificiali - AW				
Altro.....				
Uso artificiale della sponda - AU				

J Profilo della sponda P/✓(presente), E (> 33% lunghezza della sponda) o W (intero tratto)

Naturale/Non modificato	Sx	Dx
Verticale/Sottoscavato		
Verticale con detriti al piede		
Ripido (35° - 70°)		
Poco inclinato (<35°)		
Composito		
Berm naturale		

Note

Artificiale/Modificato	Sx	Dx
Risezionato (riprofilato)		
Rinforzato - tutto		
Rinforzato - solo sommità		
Rinforzato - solo piede		
Artificiale a due stadi		
Sponda smossa		
Arginatura addossata		
Argini arretrati		

K COPERTURA ARBOREA E CARATTERISTICHE ASSOCIATE P/✓ (presente), E (> 33%) o W (intero tratto) registrare anche se <1%

Alberi (scegliere un'opzione per sponda)	Sx	Dx
Nessuno	☐	☐
Isolati/ a piccoli gruppi	☐	☐
Singoli, a distanze regolari	☐	☐
A gruppi irregolari	☐	☐
Semi-continui	☐	☐
Continui	☐	☐

Ombreggiatura dell'alveo	
Rami sporgenti	
Grosse radici esposte sulla riva	
Parti vive di radici sommerse (TP)	
Detriti legnosi grossolani	
Alberi caduti in alveo	
Alberi caduti/inclinati sulla sponda inferiore	

L VEGETAZIONE ARBOREA in sommità/sponda/alveo P/✓ (presente), E (> 33%) o W (intero tratto) registrare anche se <1%

	Sommità	Sponda	Alveo
Ontano (*Alnus*)			
Olmo (*Ulmus*)			
Salice (*Salix*)			
Pioppo (*Populus*)			
Frassino (*Fraxinus*)			
Tamerice / Miricaria			
Oleandro / Agnocasto			
Platano (*Platanus*)			

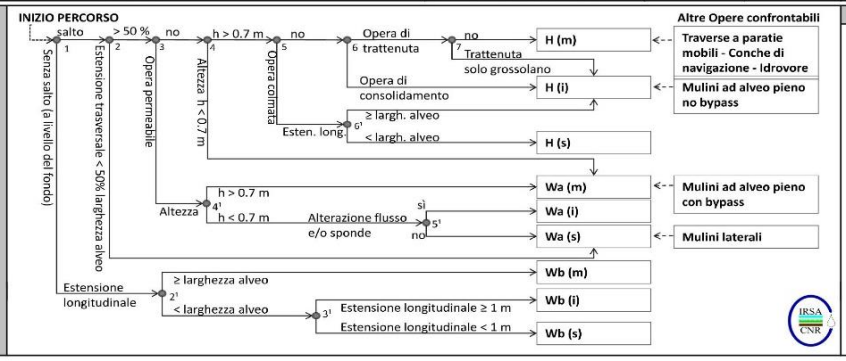
Non applicato ☐ Nessuna ☐ Altro.....

M PIANTE INFESTANTI DI RILIEVO P/✓ (presente), E (> 33%) o W (intero tratto) registrare anche se <1%

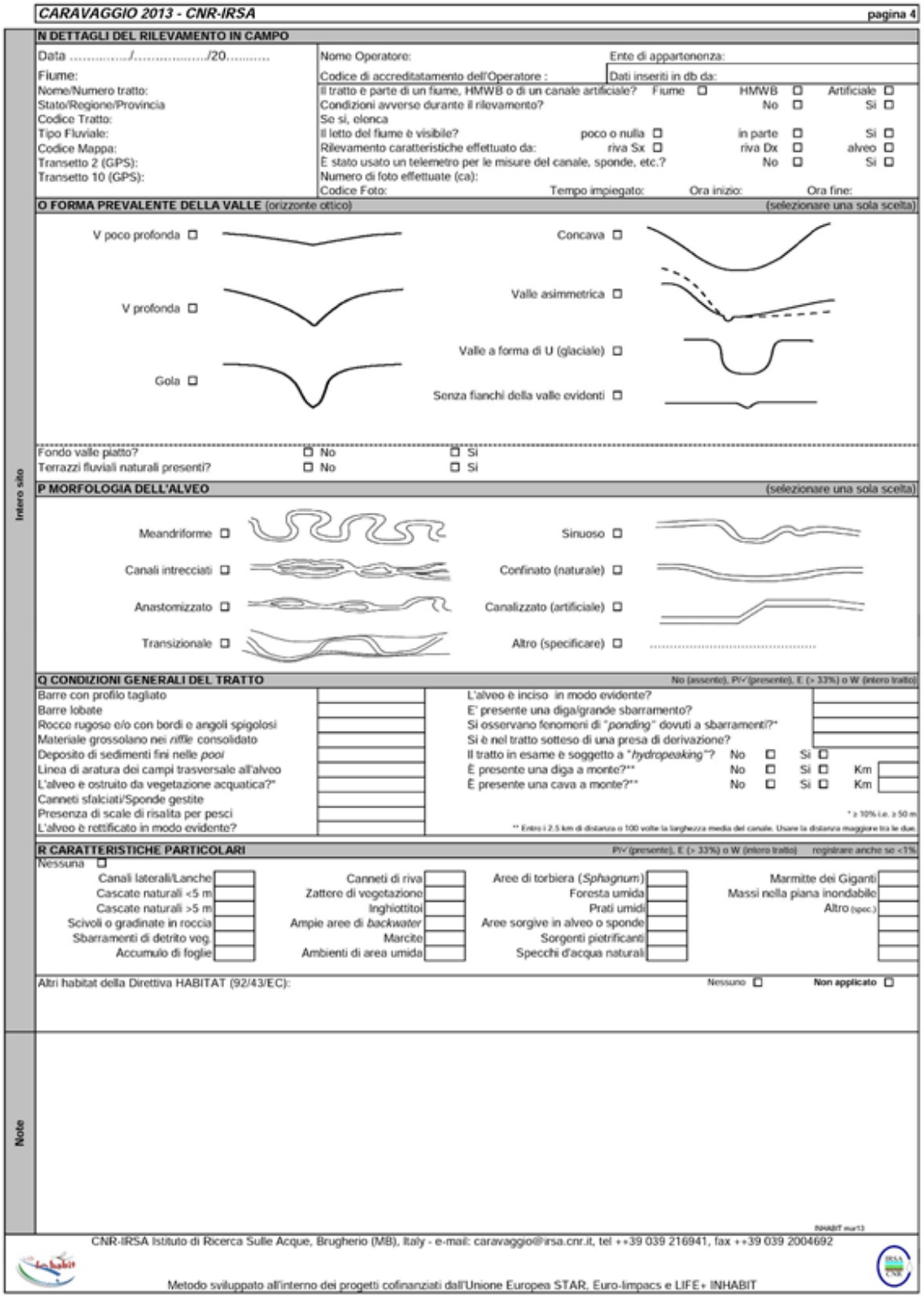
		Sommità	Sponda	Alveo
Arbusti /Cespugli	*Amorpha fruticosa*			
	Arundo spp.			
	Buddleja davidii			
	Impatiens spp.			
	Reynoutria japonica			
	Rubus spp.			
Alberi	*Ailanthus altissima*			
	Robinia pseudoacacia			
Vegetazione acquatica	*Azolla caroliniana*			
	Elodea spp.			
	Lagarosiphon major			
Altro.....				
Altro.....				

Non applicato ☐ Nessuna ☐

Segue da Sez. G Diagramma per la guida al riconoscimento e per la registrazione delle opere di difesa/controllo trasporto (categorie H e W) e altre opere confrontabili



Pag. 3 – Scheda applicativa



CARAVAGGIO 2013 - CNR-IRSA pagina 4

N DETTAGLI DEL RILEVAMENTO IN CAMPO

Data ...../...../20.....
Fiume:
Nome/Numero tratto:
Stato/Regione/Provincia
Codice Tratto:
Tipo Fluviale:
Codice Mappa:
Transetto 2 (GPS):
Transetto 10 (GPS):

Nome Operatore: Ente di appartenenza:
Codice di accreditatamento dell'Operatore : Dati inseriti in db da:
Il tratto è parte di un fiume, HMWB o di un canale artificiale? Fiume ☐ HMWB ☐ Artificiale ☐
Condizioni avverse durante il rilevamento? No ☐ Si ☐
Se si, elenca
Il letto del fiume è visibile? poco o nulla ☐ in parte ☐ Si ☐
Rilevamento caratteristiche effettuato da: riva Sx ☐ riva Dx ☐ alveo ☐
È stato usato un telemetro per le misure del canale, sponde, etc.? No ☐ Si ☐
Numero di foto effettuate (ca):
Codice Foto: Tempo impiegato: Ora inizio: Ora fine:

O FORMA PREVALENTE DELLA VALLE (orizzonte ottico) (selezionare una sola scelta)

V poco profonda ☐ Concava ☐
V profonda ☐ Valle asimmetrica ☐
Gola ☐ Valle a forma di U (glaciale) ☐
Senza fianchi della valle evidenti ☐

Fondo valle piatto? ☐ No ☐ Si
Terrazzi fluviali naturali presenti? ☐ No ☐ Si

P MORFOLOGIA DELL'ALVEO (selezionare una sola scelta)

Meandriforme ☐ Sinuoso ☐
Canali intrecciati ☐ Confinato (naturale) ☐
Anastomizzato ☐ Canalizzato (artificiale) ☐
Transizionale ☐ Altro (specificare) ☐ .....

Q CONDIZIONI GENERALI DEL TRATTO No (assente), P/V (presente), E (> 33%) o W (intero tratto)

Barre con profilo tagliato		L'alveo è inciso in modo evidente?			
Barre lobate		E' presente una diga/grande sbarramento?			
Rocce rugose e/o con bordi e angoli spigolosi		Si osservano fenomeni di "*ponding*" dovuti a sbarramenti?*			
Materiale grossolano nei *riffle* consolidato		Si è nel tratto sotteso di una presa di derivazione?			
Deposito di sedimenti fini nelle *pool*		Il tratto in esame è soggetto a "*hydropeaking*"?	No ☐	Si ☐	
Linea di aratura dei campi trasversale all'alveo		È presente una diga a monte?**	No ☐	Si ☐	Km
L'alveo è ostruito da vegetazione acquatica?*		È presente una cava a monte?**	No ☐	Si ☐	Km
Canneti sfalciati/Sponde gestite					
Presenza di scale di risalita per pesci					
L'alveo è rettificato in modo evidente?					

* ≥ 10% i.e. ≥ 50 m
** Entro i 2.5 km di distanza o 100 volte la larghezza media del canale. Usare la distanza maggiore tra le due.

R CARATTERISTICHE PARTICOLARI P/V (presente), E (> 33%) o W (intero tratto) registrare anche se <1%

Nessuna ☐

Canali laterali/Lanche	Canneti di riva	Aree di torbiera (*Sphagnum*)	Marmitte dei Giganti
Cascate naturali <5 m	Zattere di vegetazione	Foresta umida	Massi nella piana inondabile
Cascate naturali >5 m	Inghiottitoi	Prati umidi	Altro (spec.)
Scivoli o gradinate in roccia	Ampie aree di *backwater*	Aree sorgive in alveo o sponde	
Sbarramenti di detrito veg.	Marcite	Sorgenti pietrificanti	
Accumulo di foglie	Ambienti di area umida	Specchi d'acqua naturali	

Altri habitat della Direttiva HABITAT (92/43/EC): Nessuno ☐ Non applicato ☐

Intero sito

Note

INHABIT mar13

CNR-IRSA Istituto di Ricerca Sulle Acque, Brugherio (MB), Italy - e-mail: caravaggio@irsa.cnr.it, tel ++39 039 216941, fax ++39 039 2004692

Metodo sviluppato all'interno dei progetti cofinanziati dall'Unione Europea STAR, Euro-limpacs e LIFE+ INHABIT

Pag. 4 – Scheda applicativa

CARAVAGGIO 2013 - CNR-IRSA **pagina 4**

Intero sito

N DETTAGLI DEL RILEVAMENTO IN CAMPO

Data ……..…../…….…..…../20……..…

Fiume:
Nome/Numero tratto:
Stato/Regione/Provincia
Codice Tratto:
Tipo Fluviale:
Codice Mappa:
Transetto 2 (GPS):
Transetto 10 (GPS):

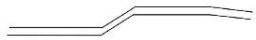
Nome Operatore: Ente di appartenenza:
Codice di accreditatamento dell'Operatore : Dati inseriti in db da:
Il tratto è parte di un fiume, HMWB o di un canale artificiale? Fiume ☐ HMWB ☐ Artificiale ☐
Condizioni avverse durante il rilevamento? No ☐ Si ☐
Se si, elenca
Il letto del fiume è visibile? poco o nulla ☐ in parte ☐ Si ☐
Rilevamento caratteristiche effettuato da: riva Sx ☐ riva Dx ☐ alveo ☐
È stato usato un telemetro per le misure del canale, sponde, etc.? No ☐ Si ☐
Numero di foto effettuate (ca):
Codice Foto: Tempo impiegato: Ora inizio: Ora fine:

O FORMA PREVALENTE DELLA VALLE (orizzonte ottico) (selezionare una sola scelta)

V poco profonda ☐ 
V profonda ☐ 
Gola ☐ 
Concava ☐ 
Valle asimmetrica ☐ 
Valle a forma di U (glaciale) ☐ 
Senza fianchi della valle evidenti ☐

Fondo valle piatto? ☐ No ☐ Si
Terrazzi fluviali naturali presenti? ☐ No ☐ Si

P MORFOLOGIA DELL'ALVEO (selezionare una sola scelta)

Meandriforme ☐ 
Canali intrecciati ☐ 
Anastomizzato ☐ 
Transizionale ☐ 
Sinuoso ☐ 
Confinato (naturale) ☐ 
Canalizzato (artificiale) ☐ 
Altro (specificare) ☐ ……

Q CONDIZIONI GENERALI DEL TRATTO No (assente), P/✓(presente), E (> 33%) o W (intero tratto)

Barre con profilo tagliato		L'alveo è inciso in modo evidente?	
Barre lobate		E' presente una diga/grande sbarramento?	
Rocce rugose e/o con bordi e angoli spigolosi		Si osservano fenomeni di "*ponding*" dovuti a sbarramenti?*	
Materiale grossolano nei *riffle* consolidato		Si è nel tratto sotteso di una presa di derivazione?	
Deposito di sedimenti fini nelle *pool*		Il tratto in esame è soggetto a "*hydropeaking*"? No ☐ Si ☐	
Linea di aratura dei campi trasversale all'alveo		È presente una diga a monte?** No ☐ Si ☐ Km	
L'alveo è ostruito da vegetazione acquatica?*		È presente una cava a monte?** No ☐ Si ☐ Km	
Canneti sfalciati/Sponde gestite			
Presenza di scale di risalita per pesci			
L'alveo è rettificato in modo evidente?			

* ≥ 10% i.e. ≥ 50 m
** Entro i 2.5 km di distanza o 100 volte la larghezza media del canale. Usare la distanza maggiore tra le due.

R CARATTERISTICHE PARTICOLARI P/✓(presente), E (> 33%) o W (intero tratto) registrare anche se <1%

Nessuna ☐

Canali laterali/Lanche	Canneti di riva	Aree di torbiera (*Sphagnum*)	Marmitte dei Giganti
Cascate naturali <5 m	Zattere di vegetazione	Foresta umida	Massi nella piana inondabile
Cascate naturali >5 m	Inghiottitoi	Prati umidi	Altro (spec.)
Scivoli o gradinate in roccia	Ampie aree di *backwater*	Aree sorgive in alveo o sponde	
Sbarramenti di detrito veg.	Marcite	Sorgenti pietrificanti	
Accumulo di foglie	Ambienti di area umida	Specchi d'acqua naturali	

Altri habitat della Direttiva HABITAT (92/43/EC): Nessuno ☐ **Non applicato** ☐

Note

INHABIT mar13

CNR-IRSA Istituto di Ricerca Sulle Acque, Brugherio (MB), Italy - e-mail: caravaggio@irsa.cnr.it, tel ++39 039 216941, fax ++39 039 2004692

Metodo sviluppato all'interno dei progetti cofinanziati dall'Unione Europea STAR, Euro-limpacs e LIFE+ INHABIT

Pag.1 – Chiave applicativa

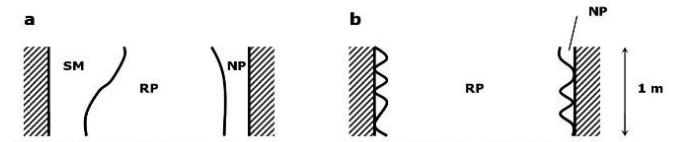
CARAVAGGIO 2013 - CNR-IRSA **CHIAVE APPLICATIVA** **pagina 2**

Caratteristiche selezionate dell'alveo (Sezione C_2)

DR = Alveo asciutto (*DRry*). Assenza di canali con acqua nell'area in esame o lungo il transetto.
CN = CoNfluenza. Dove un tributario si immette nel corso d'acqua in esame, o viceversa.
CB = Barra Concava. Barra di deposito osservabile sul lato esterno di un'ansa fluviale alla base di una sponda in erosione (di norma), spesso in opposizione ad una barra di meandro.
AB = Barre Alternate. Barre di deposito laterali distribuite in modo alternato tra una sponda e l'altra.
TB = Barra Trasversale. Caratteristica deposizionale con disposizione diagonale nell'alveo, emersa o parzialmente sommersa, di norma estesa da una sponda all'altra.
BC = Scarpata del fondo (*Bedscarp*). Zona di cambio netto di pendenza dell'alveo rispetto alle aree adiacenti a monte e a valle. Spesso osservabile a monte di un'area a canale inciso. Su depositi fluviali incoerenti.
NI = Scalino del fondo (*NIckpoint/Headcut*). Zona dell'alveo a pendenza molto elevata (e.g. sub-verticale) dovuto a erosione critica dei depositi sottostanti, che dà spesso origine a cascate. Su depositi fluviali consolidati.

ER = Radici scoperte in centro alveo. Radici sommerse scoperte da fenomeni erosivi osservabili nel letto fluviale, all'interno del canale. Le radici scoperte o esposte lungo le sponde sono registrate invece nelle sezioni H e K.
ED = Depositi alluvionali erosi. Quando fenomeni erosivi in alveo o alla base della sponda determinano il riaffiorare di depositi antichi e consolidati.
OD = Canale inciso. Quando l'alveo fluviale presenta chiari segni di incisione, anche se in una porzione piuttosto ristretta.
LE = Erosione locale della sponda. Erosione in un area chiaramente circoscritta (< 3 m di ampiezza) e.g. solo la base della sponda, la base di un ponte.

Tipi di flusso (Sezione F)	Descrizione
NV = Non Visibile	
FF = Cascata (*Free Fall*)	L'acqua è nettamente separata dal substrato sottostante/retrostante ~ cascate.
CH = *CHute flow*	L'acqua scorre aderente al substrato per poi staccarsene in piccoli salti ~ aree a gradoni.
BW = *Broken standing Waves*	Sono presenti onde stabili e increspate ~ aree con rapide.
UW = *Unbroken standing Waves*	Sono presenti onde stabili non increspate ~ aree con raschi (*riffle*).
CF = Flusso Caotico (*Chaotic Flow*)	Tre o quattro o tutti i precedenti *flow types* sono contemporaneamente presenti: non esiste una chiara predominanza di uno solo di essi .
RP = Increspato (*RiPpled flow*)	Assenza di onde definite, la superficie dell'acqua presenta evidenti increspature ~ aree di *run*.
UP = Acqua in risalita (*UPwelling*)	L'acqua tende a increspare la superficie risalendo dal basso ~ aree di *boil*.
SM = Liscio (*SMooth flow*)	La superficie dell'acqua non presenta increspature (liscia) ~ aree di *glide*.
NP = Flusso Non Percettibile	Acqua ferma, non è percettibile alcun movimento verso valle ~ aree di *pool*, tratti *pondea*, aree marginali e di
DR = Alveo asciutto (*DRy*)	Assenza d'acqua in alveo.



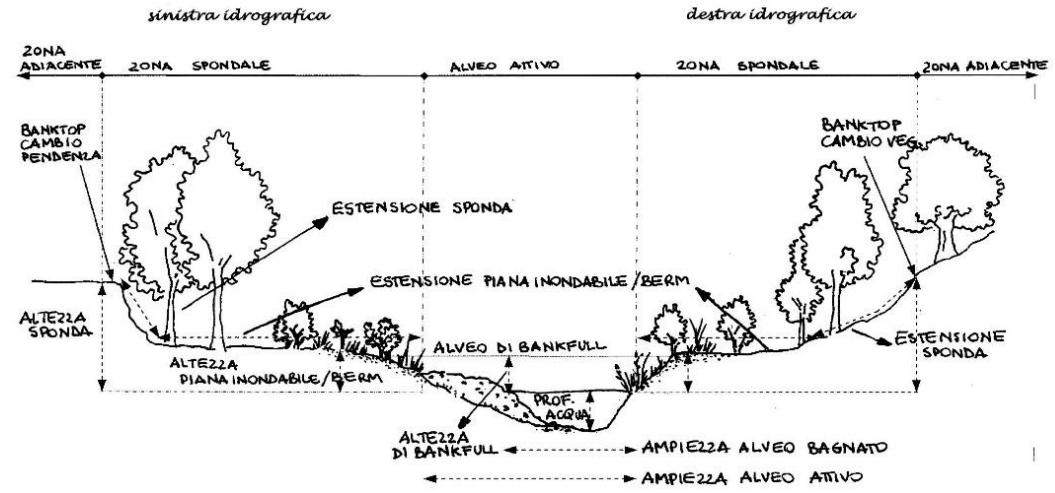
Tipo di flusso primario = RP
Tipo di flusso secondario = SM

Tipo di flusso primario = RP
Nessun tipo di flusso secondario

Tipo di flusso primario
Il tipo di flusso che occupa la percentuale maggiore della sezione trasversale.

Tipo di flusso secondario
Il secondo tipo di flusso dominante della sezione trasversale. È registrato anche quando occupa una porzione sensibilmente inferiore al tipo di flusso primario (piccole aree possono essere rilevanti per macroinvertebrati, pesci o altri organismi). Come regola generale, un tipo di flusso che occupa < 10% del transetto dovrebbe essere ignorato.

Dimensioni dell'Alveo (Sezioni A, B & E)



INHABIT Mar13

CNR-IRSA Istituto di Ricerca sulle Acque, Brugherio (MB), Italia - e-mail: caravaggio@irsa.cnr.it, tel ++39 039 216941, fax ++39 039 2004692

Pag.2 – Chiave aplicativa

CARAVAGGIO 2013 - CNR-IRSA	**CHIAVE APPLICATIVA**	pagina 3

Definizioni delle caratteristiche fluviali

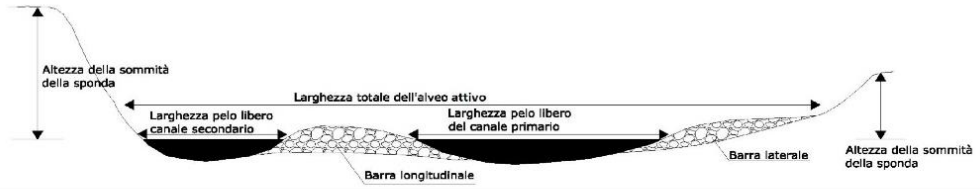
Sponda del fiume Zona di territorio a contatto con il fiume; comincia dal limite dell'alveo attivo e termina con la sommità di sponda (include la *berm*/piana inondabile se presenti).

Alveo attivo L'intera area compresa tra la base della sponda destra e la base della sponda sinistra. Include le aree bagnate e tratti di alveo asciutti (come le barre di deposito). In figura misurato come larghezza totale dell'alveo.

Base della sponda Punto in cui si osserva il cambio di pendenza tra il letto e la sponda del fiume. Limite dell'alveo attivo.

Numero di rami bagnati Il numero di canali distinti con acqua fluente osservabili lungo la sezione trasversale nel momento del rilievo.

Larghezza pelo libero canale primario, secondario e totale Larghezza dei tratti di alveo occupati dall'acqua per, rispettivamente, il canale primario, il canale secondario e la somma di tutti i canali con acqua.



ATTRIBUTI FISICI DELLA SPONDA E DEL CANALE (Sezioni E & F)

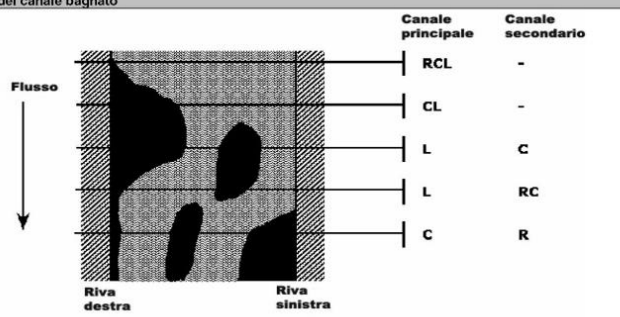
CARATTERISTICHE DI EROSIONE/DEPOSITO (Sezione E)

SPONDE

Erosione/Habitat		Deposito
NV = Non visibile	**NV** = Non Visibile	**BK** = Roccia
NO = Nessun fenomeno erosionale	**NO** = Nessun fenomeno di deposito	**BB** = Grossi Blocchi
EC = Scarpata verticale in erosione (cerchiare se con substrato sabbioso)	**PB (b)** = Barra di meandro non vegetata	**SD** = Deposito di Sabbia
SC = Scarpata verticale stabile (cerchiare se con substrato sabbioso)	**VP (b)** = Barra di meandro vegetata	**SP** = Depositi Sparsi (materiale simile a quello delle barre ma non organizzato, spesso attraversato da acqua debolmente corrente)
EB = Sponda in erosione	**SB (b)** = Barra laterale non vegetata	
ET = Sponda in erosione presso la sommità	**VS (b)** = Barra laterale vegetata	**Possibili cause di deposito particolari:**
EE = Base della sponda in erosione	**AB** = Barre Alternate	**/BB** = Dovuto alla presenza di grossi Blocchi in alveo o roccia emergente
TO = Detriti al piede della sponda	**CB** = Barra Concava	**/AR** = Dovuto alla presenza di caratteristiche ARtificiali
LE = Erosione locale della sponda	**(b)** indica *backwater* tra barra e sponda	

CANALE

Deposito	Posizione del canale bagnato
NV = Non visibile	
NO = Assente	
RO = Piccoli massi esposti	
EB = Roccia esposta	
VR = Roccia vegetata esposta	
BB = Grossi blocchi nel canale	
MB = Barra longitudinale non vegetata	
VB = Barra longitudinale vegetata	
MI = Isola Matura	
MU = Barre MUltiple	
SP = Depositi SParsi	
Possibili cause di deposito particolari:	
/BB = Dovuto alla presenza di grossi Blocchi in alveo o roccia emergente	
/AR = Dovuto alla presenza di caratteristiche ARtificiali	



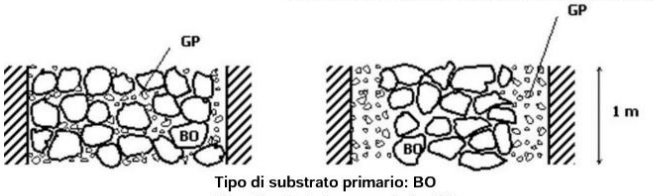
HABITAT E MODIFICAZIONI DEL CANALE (Sezione F)

Substrato del canale

NV = Non Visibile
BE = Roccia (*BEdrock*)
BO = Massi (*BOulder*)
CO = Ciottoli (*CObble*)
GP = Ghiaia/pietre (*Gravel/Pebble*) (cerchiare G o P se uno dei due predomina sull'altro indicando il dominante)
SA = Sabbia (*SAnd*)
SI = Limo (*SIlt*)
CL = Argilla (*CLay*)
PE = Torba (*PEat*)
RR = Rip Rap (grosse pietre)
CC = Calcestruzzo (*ConCrete*)
AR = Artificializzato (*ARtificial*)

Tipo di substrato primario Il tipo di substrato che occupa la percentuale maggiore della sezione trasversale.

Tipo di substrato secondario Il secondo substrato dominante della sezione trasversale. Il tipo di substrato può essere registrato come secondario sia se forma un'area omogenea, sia se risulta frammisto al substrato



Tipo di substrato primario: BO
Tipo di substrato secondario: GP

Modificazioni dell'alveo

NO = Nessuna **NK** = Non note
CV = Presenza di culvert, tombino, sottopasso
RS = Risezionato
RI = Rinforzato (corazzato)
DA = Dighe/traverse/briglie
FO = Guado artificiale (*FOrd*)
TR = Presenza di rifiuti (detrito urbano)

Indicatori di risezionamento e/o raddrizzamento di canale (Sez. F) e sponde (Sez. B)

1. Profilo regolare della sponda
2. Assenza di alberi o alberi della stessa età sulle sponde
3. Presenza estensiva di rovi (*Rubus* spp.) e/o piante opportuniste
4. Uso intensivo del territorio, forte urbanizzazione
5. Tipi di flusso uniformi e a bassa energia
6. Alveo ad andamento rettilineo
7. Evidenza di recenti lavori di risistemazione della sponda

INHABIT mar13

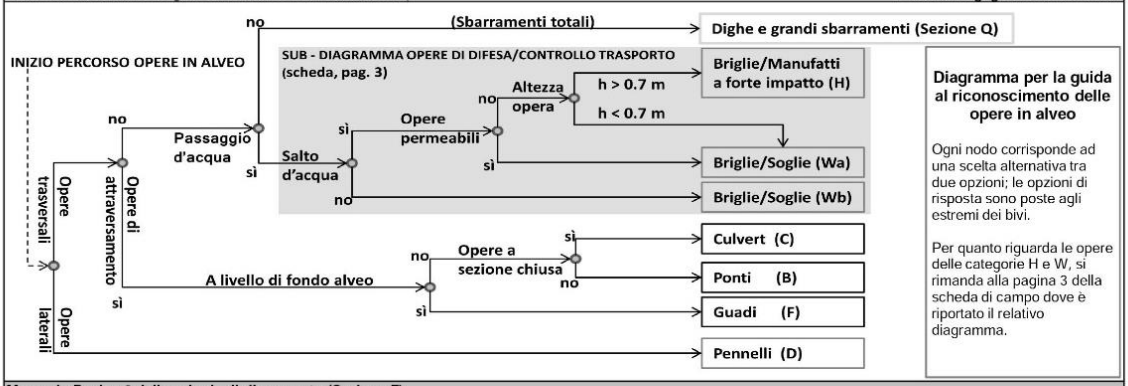
Pag. 3 – Chiave applicativa

CARAVAGGIO 2013 - CNR-IRSA, Core Assessment of River hAbitat VAlue and hydro-morpholoGIcal cOndition

CHIAVE APPLICATIVA pagina 4

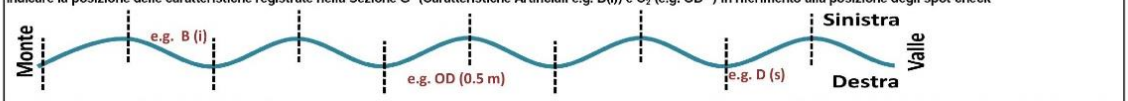
STRUTTURE ARTIFICIALI (Sezione G)

Livello di alterazione: *major*: m; *intermediate*: i; *minor*: s. + n se da ingegneria naturalistica



Mappe in Pagina 2 della scheda di rilevamento (Sezione F)

Indicare la posizione delle caratteristiche registrate nella Sezione G* (Caratteristiche Artificiali e.g. B(i)) e C_2 (e.g. OD**) in riferimento alla posizione degli spot-check



*cerchiare la caratteristica della Sezione G se erosa/in erosione **se è registrato OD (canale inciso), indicarne la profondità massima

STRUTTURE TRASVERSALI - opere di attraversamento

cella rigata: è sufficiente sia presente una delle condizioni riportate; es. per i ponti la presenza di spalle sulle sponde o in alternativa del restringimento di alveo è sufficiente per attribuire il livello intermediate

Culvert (Categoria C) : condizioni di attribuzione

Lunghezza tunnel (tl)	Restringimento alveo	Continuità flusso		livello d'impatto
		Acqua	Sedim.	
tl < largh. alveo	no	sì	sì	*minor*
largh. alveo < tl < 4 volte largh. alveo	< 30%	sì	sì	*intermediate*
tl ≥ 4 volte largh. alveo	≥ 30%	no	no	*major*

Opere trasversali difesa/controllo trasporto e altre (diagramma pag. 3 della scheda di campo)

H - Briglie/manufatti a forte impatto: strutture permanenti e impermeabili con salto/gradino > 0.7 m in corrispondenza del corpo centrale. L'acqua, in condizioni normali d'esercizio, passa a valle per tracimazione.
W - Briglie/Soglie: a) Strutture permeabili con salto/gradino di qualsiasi altezza o impermeabili con salto/gradino < 0.7 m; b) Strutture senza salto/gradino (cioè a livello del substrato), a carattere permanente.

Ponti (Categoria B): condizioni di attribuzione

Piloni in alveo	Spalla/Pilone su sponda	Restringimento alveo	livello d'impatto
no	no	no	*minor*
no	sì	< 50%	*intermediate*
sì	si/no	≥ 50%	*major*

Glossario minimo sulle strutture trasversali

permeabilità: caratteristica propria delle opere in materiale naturale (legname o pietrame) che lasciano filtrare l'acqua. Le strutture in calcestruzzo sono per definizione impermeabili

altezza h: altezza della struttura rispetto alla superficie dell'acqua

opera colmata: si definisce tale una struttura trasversale ove i sedimenti accumulatisi, a monte della stessa, abbiano raggiundo la quota del manufatto colmandolo

opera di trattenuta: struttura finalizzata alla trattenuta del materiale di trasporto solido (si deve valutare se l'opera trattiene solo il materiale grossolano come tronchi/massi o se la sua capacità sia maggiore)

opera di consolidamento: struttura finalizzata alla stabilizzazione del fondo alveo e delle sponde

estensione longitudinale: estensione longitudinale della struttura (parallelamente alla sponda)

spalle: termine che indica le strutture esterne di appoggio del ponte

Guadi (Categoria F): condizioni di attribuzione

Artificializzazione		livello d'impatto
Sponda	Alveo	
no	no	*minor*
solo uno dei due		*intermediate*
sì	sì	*major*

Pennelli (Opere laterali - Categoria D) : condizioni di attribuzione

Estensione pennello rispetto alveo	livello d'impatto
< 10% larghezza alveo	*minor*
≥ 10% e < 30% larghezza alveo	*intermediate*
≥ 30% larghezza alveo	*major*

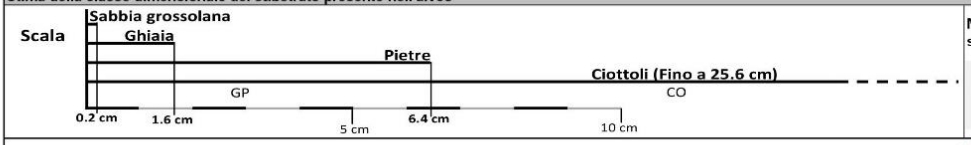
Scarichi / Prelievi/Captazioni (Altri tipi di opere Categorie O / I) : condizioni di attribuzione

Estensione lungo la sponda (considerare il peggiore tra i due)		Diametro del tubo di presa/scarico *	Acqua prelevata/immessa	livello d'impatto
% larghezza alveo (A)	m (B)	m (C)	% (D)	
<50	<10 m	<0.5 m	< 20	*minor*
50 ≤ % < 100	10 m ≤ e < 25 m	0.5 m ≤ Ø < 1 m	20 ≤ % < 50	*intermediate*
≥100	≥ 25 m	≥ 1 m	≥ 50	*major*

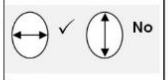
* criterio non utilizzabile per i canali di derivazione/restituzione

cella rigata: è sufficiente sia presente una delle condizioni riportate

Stima della classe dimensionale del substrato presente nell'alveo



NB: considerare l'asse secondario



CNR-IRSA Istituto di Ricerca sulle Acque, Brugherio (MB), Italia - e-mail: caravaggio@irsa.cnr.it, tel ++39 039 21694-1, fax ++39 039 2004692

INHABIT mar13

Pag. 4 – Chiave applicativa

Gli indici del Metodo CARAVAGGIO

Dai dati raccolti col metodo CARAVAGGIO è possibile calcolare alcuni *descrittori*:

- **HMS** - Habitat Modification Score
- **HQA** - Habitat Quality Assessment
- **LUIcara** - *Land Use Index* CARAVAGGIO
- **IQH** - Indice di Qualità dell'Habitat
- **LRD** - Lentic-lotic River Descriptor

Gli indici rappresentano uno strumento di sintesi della complessità ambientale, che forniscono informazioni utili alla descrizione di un fenomeno, di un ambiente, di un'area, o delle pressioni che determinano tale fenomeno o influenzano lo stato dell'ambiente o dell'area.

Tali indici valutano complessivamente le caratteristiche degli habitat sulla base delle informazioni raccolte a scala locale, con lo scopo di diversificare la qualità degli habitat fluviali e ripari, valutare la presenza di strutture artificiali nel tratto considerato e l'uso del territorio nelle aree fluviali e perifluviali.

In particolare le informazioni concorrono a definire lo stato di qualità dell'habitat tramite la formalizzazione dell'Indice di Qualità dell'Habitat (IQH).

Habitat Modification Score (HMS)

Attraverso l'applicazione del CARAVAGGIO è possibile quantificare il livello di alterazione morfologica della struttura naturale di un fiume dovuta alla presenza di elementi artificiali mediante l'indice a punteggio HMS (*Habitat Modification Score*). La filosofia di calcolo di tale indice prevede che alle diverse forme di alterazione rilevate venga attribuito un punteggio in relazione all'impatto presunto che esse possono determinare sull'habitat fluviale.

Maggiore è il punteggio assegnato, più severo è il tipo di alterazione. L'indice finale è quindi calcolato come somma dei punteggi assegnati alle singole alterazioni.

Un sito che non presenti alterazioni di alcun tipo né in alveo né a carico delle sponde riceverà un punteggio pari a 0. I punteggi che le singole caratteristiche possono ottenere variano tra 1 e 10 e la maggior parte delle caratteristiche singole ottiene punteggio 1 o 2.

Nel computo dell'indice le alterazioni che vengono prese in considerazione fanno riferimento a tre diversi livelli in cui esse possono essere registrate:

1. alterazioni presenti a livello di transetto (*spot-check*);
2. alterazioni presenti nei 500 metri, ma non registrate a livello di *spot-check;*
3. alterazioni che possono essere rilevate solo complessivamente nel tratto (nei 500 metri).

Per la quantificazione dell'alterazione morfologica a livello di *spot-check* sono da considerare le seguenti caratteristiche:

1. Rinforzo di alveo e sponda (RI);
2. Risezionamento di alveo e sponda (RS);
3. Sponda artificiale a due stadi (BM);
4. Sponda arginata (EM);
5. Tombino/sottopasso (CV);
6. Briglie/dighe/traverse/guadi (DA, FO);
7. Sponda smossa (PC).

Sponda destra e sponda sinistra sono additive, si considerano cioè separatamente e vanno poi sommate le modifiche rilevate per ciascuna sponda.

La compilazione della sezione dello *sweep-up* (rilevamento complessivo) dà la possibilità di registrare le modifiche che a livello dei singoli transetti possono sfuggire, in relazione al tipo di rilevamento. L'osservazione lungo transetti avviene infatti ad intervalli fissati (ogni 50 m) e quindi alcune caratteristiche, sebbene possano essere presenti nel sito, tra un transetto e l'altro, potrebbero altrimenti non essere rilevate.

Tabella - Definizione dello stato di qualità elevato secondo l'indice HMS, ai sensi della 2000/60/EC.

EQR HMS	Range di punteggio HMS	Range in 100-HMS	Stato di qualità
≥ 0.94	0 - 6	94 - 100	elevato
≥ 0.82	7 - 18	82 - 93	buono
≥ 0.58	19 - 42	58 - 81	moderato
≥ 0.28	43 - 72	28 - 57	scarso
< 0.28	≥ 73	≤ 27	cattivo

Habitat Quality Assessment (HQA)

L'indice HQA è uno strumento per misurare la diversificazione e la naturalità della composizione fisica di un sito fluviale in termini di habitat. La valutazione si ottiene considerando la quantità e la varietà di alcune caratteristiche osservate durante il rilievo in campo, sia per quanto riguarda il canale in senso stretto sia per quanto riguarda le zone adiacenti al fiume. Le caratteristiche che vengono valutate sono ad esempio il numero di differenti tipi di flusso, la diversificazione dei substrati, l'integrità del territorio circostante. Altro elemento portante alla base del calcolo di tale indice è l'assegnazione di punteggi elevati a caratteristiche non comuni dalla significativa valenza ecologica (cascate di più di 5 metri di altezza, alberi caduti nel fiume o grossi massi). Un punteggio elevato di HQA corrisponderà quindi ad un'elevata diversificazione in termini di habitat e/o alla presenza di caratteristiche di elevata naturalità o di particolare interesse.

Il punteggio finale dell'HQA deriva dalla somma dei punteggi delle seguenti componenti:

- Tipi di flusso (*Flow types*);
- Substrato del canale (*Channel substrates*);
- Caratteristiche del canale e delle sponde (*Channel and Bank features*);
- Struttura della vegetazione riparia (*Bank vegetation structure*);
- Barre di meandro (*Point bars*);
- Vegetazione nell'alveo bagnato (*In-stream channel vegetation*);
- Uso del territorio oltre la sommità di sponda (*Land use within 50m*);
- Alberi e caratteristiche associate (*Trees and associated features*);

- Caratteristiche particolari (*Features of special interest*).

Tabella - Definizione dello stato di diversificazione dell'habitat secondo l'indice HQA

Punteggio HQA	Livello di diversificazione dell'habitat
≥ 64	estremamente diversificato
51 - 63	molto diversificato
38 - 50	mediamente diversificato
25 - 37	scarsamente diversificato
≤ 24	molto poco diversificato

Tali classi sono state ottenute dividendo in 5 intervalli uguali il range compreso tra il valore massimo e quello minimo osservati. Le classi riportate possono essere usate nei fiumi italiani per quantificarne il livello di diversificazione, e a fini descrittivi, per valutare le potenzialità di un sito per sostenere un determinato livello di biodiversità, la possibilità di ospitare specie di particolare interesse legate ad habitat complessi. Inoltre, e più direttamente, il calcolo di HMS e HQA consente di poter quantificare, a scala di tratto, alcune delle caratteristiche che il CEN ritiene fondamentale considerare per la classificazione idromorfologica delle aree fluviali.

Quando si voglia utilizzare l'indice HQA per esprimere dei giudizi sullo stato degli habitat, bisogna rapportarsi ai diversi tipi di corso d'acqua esistenti sul territorio nazionale, poiché la diversificazione di habitat attesa non è la medesima per tutti i fiumi. Ci si deve perciò riferire al corretto valore di indice che esprime le condizioni di riferimento del tipo/macrotipo fluviale in esame (in accordo con le definizioni di tipo e macrotipo contenute nel D.lgs. 152/06 e successivi decreti attuativi). Sono stati definiti differenti limiti di classe per 6 diversi macrotipi: *Alpi, Appennino, Appennino poco diversificato, Fiumi mediterranei temporanei, Piccoli fiumi di pianura e Altri fiumi*, di cui si riportano le classi dell'indice HQA direttamente dal Deliverable Pd3 del progetto LIFE+INHABIT.

Tabella – Classi dell'indice HQA per le Alpi (mediana HQA ref 54) (dal Deliverable Pd3 del progetto LIFE+ INHABIT)

EQR_{HQA}	Punteggio HQA - Alpi	Stato di qualità
≥ 0.84	≥ 47	elevato
≥ 0.63	38 - 46	buono
≥ 0.42	29 - 37	moderato
≥ 0.21	20 - 28	scarso
< 0.21	≤ 19	cattivo

Tabella – Classi dell'indice HQA per l'Appennino (mediana HQA ref 64) (dal Deliverable Pd3 del progetto LIFE+ INHABIT)

EQR_{HQA}	Punteggio HQA - Appennino	Stato di qualità
≥ 0.91	≥ 59	elevato
≥ 0.68	47 - 58	buono
≥ 0.45	35 - 46	moderato
≥ 0.23	23 - 34	scarso
< 0.23	≤ 22	cattivo

Tabella – Classi dell'indice HQA per l'Appennino poco diversificato (mediana HQA ref 52) (dal Deliverable Pd3 del progetto LIFE+ INHABIT)

EQR_{HQA}	Punteggio HQA - Appennino poco diversificato	Stato di qualità
≥ 0.88	≥ 47	elevato
≥ 0.66	38 - 46	buono
≥ 0.44	29 - 37	moderato
≥ 0.22	20 - 28	scarso
< 0.22	≤ 19	cattivo

Tabella – Classi dell'indice HQA per Fiumi Mediterranei temporanei (mediana HQA ref 58) (dal Deliverable Pd3 del progetto LIFE+ INHABIT)

EQR_{HQA}	Punteggio HQA - fiumi mediterranei temporanei	Stato di qualità
≥ 0.66	≥ 42	elevato
≥ 0.49	34 - 41	buono
≥ 0.32	26 - 33	moderato
≥ 0.15	18 - 25	scarso
< 0.15	≤ 17	cattivo

Tabella 8 – Classi dell'indice HQA per piccoli fiumi di pianura (mediana HQA ref 56) (dal Deliverable Pd3 del progetto LIFE+ INHABIT)

EQR_{HQA}	Punteggio HQA - fiumi piccoli di pianura	Stato di qualità
≥ 0.69	≥ 42	elevato
≥ 0.51	34 - 41	buono
≥ 0.33	26 - 33	moderato
≥ 0.16	18 - 25	scarso
< 0.16	≤ 17	cattivo

Tabella 9 – Classi dell'indice HQA per altri fiumi (mediana HQA ref 57) (dal Deliverable Pd3 del progetto LIFE+ INHABIT)

EQR_{HQA}	Punteggio HQA - altri fiumi	Stato di qualità
≥ 0.78	≥ 47	elevato
≥ 0.59	38 - 46	buono
≥ 0.39	29 - 37	moderato
≥ 0.20	20 - 28	scarso
< 0.20	≤ 19	cattivo

LUICARA (Land Usex Index)

La Direttiva Quadro sulle Acque (WFD: 2000/60/EC) prevede che vengano identificati gli impatti antropici significativi sullo stato delle acque e che venga effettuata una stima delle pressioni antropiche cui i corpi idrici superficiali di ciascun distretto idrografico rischiano di essere sottoposti. Il CEN ha proposto una lista di categorie che devono essere considerate per la valutazione degli aspetti idromorfologici, che include anche alcuni parametri legati all'uso del territorio. Tale lista prevede infatti che vengano considerati in particolare i tipi di vegetazione/struttura delle sponde e dei territori adiacenti nonché l'uso del suolo adiacente al corso d'acqua e le caratteristiche associate. Numerosi studi hanno dimostrato la stretta correlazione tra comunità biologiche e l'uso del territorio nelle aree adiacenti al fiume o nell'intero bacino a monte.

Tra gli strumenti messi a punto per la quantificazione dei diversi usi del territorio, sicuramente il *CORINE* è tra i più utilizzati. Il programma *Corine* (COoRdination de l'INformation sur l'Environnement, 85/338/EC) è nato con lo scopo di rendere disponibili informazioni ambientali a livello europeo. In particolare il programma *Corine Land Cover* ha reso disponibili dati di copertura e uso del suolo per i paesi della comunità europea. Le informazioni di uso del territorio sono divise in 5 categorie: superfici artificiali, superfici agricole, territori boscati, zone umide, corpi idrici. Le informazioni contenute nel CORINE possono essere utilizzate per una quantificazione, in termini di percentuale di presenza, dei diversi usi del territorio. Tali quantificazioni possono essere ottenute sia per la scala di bacino che per quella di sottobacino o anche di tratto fluviale.

Per il calcolo dell'indice LUIcara vengono prese in considerazione caratteristiche registrate sia a livello di spot-checks che di sweep-up. I punteggi assegnati ai diversi usi del territorio riprendono in linea generale il sistema utilizzato da Feld (2004) secondo cui punteggi crescenti vengono assegnati ad usi del territorio considerati via via più impattanti sulle comunità biologiche. L'indice messo a punto da Feld (2004) prende in considerazione 4 categorie di uso del territorio: Urbano, Agricolo, Pascolo, Naturale. Alle prime 3 categorie viene assegnato un peso diverso (Urbano: 5; Agricolo: 3; Pascolo: 1) a seconda della severità dell'impatto presunto per tali categorie. Tale peso viene moltiplicato per la

percentuale di presenza di quel determinato uso nell'area di bacino. All'uso del territorio naturale non viene assegnato peso.

L'indice LUIcara è dato dalla somma di 4 componenti: l'uso del suolo nei 5 m dalla sommità a livello di spot-check (LUIsc), l'uso del suolo nei 50 m della sommità (LUItop), l'uso del suolo sulla sponda (LUIface) e i profili della riva (LUIbank). Queste componenti sono differenziate per la sponda sinistra e per la sponda destra.

L'indice LUIcara può variare fra 0 e 39.2. A punteggio 0 corrisponde un sito con uso del suolo completamente naturale. A punteggio 39.2 corrisponde un sito con uso totalmente artificiale in cui la sommità e le sponde sono completamente occupate da aree urbane o industriali, con strade e ferrovia sulla sommità e sulla sponda e presenza di arginature. Il punteggio di indice LUIcara così ottenuto può essere messo in correlazione diretta con le metriche biologiche, al fine di evidenziare se l'eventuale alterazione nell'uso del territorio rilevata a livello dei 500 m di applicazione del CARAVAGGIO possa essere la causa per cui le comunità biologiche sono depresse. In alternativa l'indice LUIcara può essere convertito in classi di qualità al fine di verificare la rispondenza tra classi biologiche e classi di LUIcara.

Come richiesto dalla WFD, è necessario esprimere la scala di classificazione in termini di *Ecological Quality Ratio*, dove 1 rappresenta una situazione ad elevata qualità mentre 0 rappresenta la pessima qualità.

Per convertire il LUIcara in EQR è quindi prima di tutto necessario calcolare i valori di max-valore osservato, per convertire tale indice in modo che un valore elevato corrisponda a condizioni inalterate (e viceversa). I valori di EQR vengono quindi ottenuti dividendo il limite inferiore di ciascuna classe per il valore mediano osservato nei siti di riferimento (0 che corrisponde quindi a 39.2).

Tabella - Definizione dello stato di qualità elevato secondo l'indice LUIcara ai sensi della 2000/60/EC

$EQR_{LUIcara}$	Range di punteggio LUIcara	Range in Max-LUIcara	Stato di qualità
≥ 0.95	0 - 2	37.2 - 39.2	elevato
≥ 0.81	2.01 - 7.5	31.7 - 37.19	buono
≥ 0.62	7.51 - 15	24.2 - 31.16	moderato
≥ 0.23	15.01 - 30	9.2 - 24.19	scarso
< 0.23	> 30	< 10.2	cattivo

LRD: il carattere lentico-lotico dei fiumi

Questo descrittore è esposto per completezza di trattazione, si sottolinea tuttavia che esso, in quanto non richiesto nel Capitolato d'appalto, non è stato riportato per le aree d'indagine.

Le caratteristiche idrauliche e morfologiche dei fiumi sono cruciali nello strutturare gli habitat degli organismi acquatici: velocità di corrente, profondità dell'acqua, turbolenza e tipo di flusso sono, insieme al substrato dell'alveo, tra i fattori che influenzano maggiormente la distribuzione di pesci, macrofite e invertebrati bentonici.

L'importanza degli aspetti idromorfologici, con evidentemente l'inclusione di quelli legati alle variazioni di portata e alla struttura degli habitat, nel supportare l'interpretazione delle risposte delle comunità biologiche e nel predisporre azioni gestionali è oggi riconosciuta e la loro valutazione è richiesta obbligatoriamente dalla Direttiva Quadro sulle Acque (WFD; EC/2000/60).

Sulla base di questi presupposti, è stato proposto un descrittore in grado di definire il carattere lentico-lotico di un tratto fluviale. Tale descrittore, chiamato *Lentic-lotic River Descriptor* (LRD), si calcola principalmente sulla base delle caratteristiche idrauliche locali e utilizza informazioni raccolte mediante una valutazione visiva degli habitat fluviali.

Il descrittore LRD si basa principalmente su informazioni relative alla presenza e varietà dei tipi di flusso, substrato dell'alveo, vegetazione acquatica, detrito organico e presenza di strutture artificiali. Tali caratteristiche sono considerate per i canali principale e secondario, ove presente. Le caratteristiche ritenute indicatrici di situazioni lotiche ottengono punteggio negativo, mentre quelle indicatrici di situazioni lentiche positivi.

I valori di LRD possono variare tra < -75, per aree fluviali a carattere estremamente lotico, e +100, per aree estremamente lentiche. Per facilitare l'interpretazione dei risultati l'ambito di variazione dei valori di LRD è stato diviso in classi. Cinque classi di uguale ampiezza sono riconosciute tra -50 e +50. Due classi ulteriori sono definite per ambienti rispettivamente 'estremamente lotici', con i valori più negativi, con LRD≤-50, e 'estremamente lentici', per i valori positivi più elevati, con LRD≥+50.

Tabella - Classi di carattere lentico-lotico (LRD) e relativi limiti

Classe	Nome	Valore		
1+	Estremamente lotico		LRD	< -50
1	Molto lotico	- 50 ≤	LRD	< -30
2	Lotico	- 30 ≤	LRD	< -10
3	Intermedio	- 10 ≤	LRD	< 10
4	Lentico	10 ≤	LRD	< 30
5	Molto lentico	30 ≤	LRD	< 50
5+	Estremamente lentico		LRD	≥ 50

Indice di Qualità dell'Habitat IQH

Gli indici sopra indicati contribuiscono ad individuare tutti gli elementi necessari per l'analisi del regime idrologico, della continuità fluviale e delle condizioni morfologiche generali; questi elementi, affinchè possa essere attribuito ad un certo tratto fluviale lo *stato elevato o non elevato*, vengono formalizzati in tre categorie:

- diversificazione e qualità degli habitat fluviali e ripari;
- presenza di strutture artificiali nel tratto considerato;
- uso del territorio nelle aree fluviali e perifluviali.

Le informazioni relative a tali categorie, opportunamente mediate, concorrono a definire lo stato di qualità dell'habitat, indicato semplicemente attraverso la formalizzazione di un Indice di Qualità dell'Habitat (IQH).

Tabella - Stato di qualità dell'habitat per i corsi d'acqua temporanei e per i corsi d'acqua di pianura piccoli e molto piccoli

EQR_IQH	Stato di qualità
≥ 0.81	elevato
≥ 0.61	buono
≥ 0.41	moderato
≥ 0.21	scarso
< 0.21	cattivo

Tabella - Stato di qualità dell'habitat per tutti i rimanenti tipi fluviali

EQR_IQH	Stato di qualità
≥ 0.90	elevato
≥ 0.67	buono
≥ 0.44	moderato
≥ 0.21	scarso
< 0.21	cattivo

Software Caravaggio

Per l'utilizzo applicativo del metodo CARAVAGGIO è stato realizzato un software dedicato all'archiviazione dei dati e al calcolo degli indici. L'agevole archiviazione dei dati raccolti in campo è un requisito importante per un metodo che consente la raccolta di informazioni e la quantificazione di molte centinaia di caratteristiche fluviali. Il metodo CARAVAGGIO prevede infatti la possibilità di raccogliere circa 1500 singole informazioni per ogni tratto fluviale investigato. E' fondamentale che i principali descrittori del metodo possano essere calcolati in maniera corretta e rapida. A tal fine è stato sviluppato il Software CARAVAGGIO che è una *base dati relazionale sviluppata su piattaforma Microsoft Access*, fornita di interfacce di input-output per l'inserimento, la gestione, l'elaborazione e

l'esportazione dei dati prodotti mediante l'applicazione del metodo CARAVAGGIO. Il CARAVAGGIOsoft nasce sulla scia dei database sviluppati per la gestione dei dati del RHS britannico, introducendo aspetti innovativi legati all'aggiunta di nuove funzionalità. Nel 1997 è stata resa disponibile dall'Environment Agency britannica una prima versione di base per la gestione dei dati prodotti, semplificata nel 2002 dal Centre for Ecology & Hydrology of Dorchester (UK) nell'ambito del *progetto europeo STAR*, esplicitamente dedicato alla costituzione di un archivio internazionale di dati idromorfologici e di habitat per l'applicazione della WFD. Dal termine del progetto STAR, il *CNR-IRSA* (Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto Di Ricerca sulle Acque) ha rinnovato il software, le cui maschere di inserimento riproducono le schede utilizzate in campo in lingua inglese.

Il software contiene opportune routine per il calcolo automatico di descrittori sintetici dell'informazione raccolta e cioè: HQA, HMS, LUI, IQH e LRD, in modo da poter esprimere in forma numerica alcuni aspetti dello stato dell'habitat di un ambiente fluviale.



Menù principale del CARAVAGGIOsoft.

La schermata principale presenta sulla destra alcuni pulsanti (Sites, Survey Data, MicroHabitat, Indices, Export to Excel, Import-Export Data, Exit Access) che consentono di accedere alle varie funzionalità del software di cui di seguito viene riportata una sintetica descrizione.

Il pulsante "*Sites*" consente di accedere all'elenco dei tratti inseriti nel database. Per ogni tratto sono visibili alcune informazioni (Codice Stato, Tipo Fluviale, Numero del tratto, Nome del tratto, Nome del fiume, Latitudine, Longitudine, Altitudine).

Per ciascun rilevamento (tratto per cui sono stati raccolti i dati CARAVAGGIO) è necessario indicare il tipo fluviale cui quel tratto appartiene. Nell'elenco del menu a tendina per i tipi fluviali, è data indicazione di una serie di tipi presenti in Europa che sono stati studiati nel corso dei progetti AQEM e STAR. Di fatto non sono riportati i tipi fluviali italiani, ma sono indicati i macrotipi del processo dell'intercalibrazione. La scelta del macrotipo è un'informazione necessaria al calcolo degli EQR degli indicatori sintetici. Sulla base dei valori di EQR di HQA, HMS, e LUI sono state definite le routine di calcolo dell'IQH.

Il pulsante "*Survey Data*" consente di accedere alla maschera di inserimento dati relativa alle pagine delle schede applicative. La maschera ricalca esattamente la struttura della scheda; campi di controllo a scelta multipla consentono di inserire solo gli acronimi effettivamente previsti.

Il pulsante Microhabitat permette di accedere a una parte del software dove è possibile inserire informazioni di dettaglio relative ai microhabitat (intesi come combinazione di coppie di substrato-tipo di flusso) rinvenuti ai transetti, nel caso si sia programmato uno studio di di questo tipo.

Il pulsante "*Indices*" apre una maschera che consente di calcolare alcuni dei descrittori disponibili per il metodo CARAVAGGIO: LRD, HMS, HQA e LUI.

Valutazione dell'Indice di Qualità dell'habitat nel Canale Villa

Il canale Villa di lunghezza complessiva di 1375 m è stato suddiviso in 3 parti, le prime due di 500 m l'ultima di 375 m, le prime due sono state suddivise in 10 transetti distanti 50 m l'una dall'altra, l'ultima invece presenta 8 transentti. Ogni parte del canale presenta la sua scheda. Ogni scheda è composta da 7 pagine: la prima relativa all'inquadramento del tratto ed alla localizzazione dettagliata dei 10 transetti, la seconda ad una documentazione fotografica di alcuni degli elementi più interessanti osservati durante i sopralluoghi, la terza fornisce i risultati dell'analisi (i valori degli indici), mentre le pagine dalla quarta alla settima forniscono i dettagli di calcolo, riproducendo le 4 pagine del software CARAVAGGIO con tutti i dati necessari per il calcolo degli indici.

Localizzazione dei transetti



PARTE 1

Indice di qualità dell'habitat

$EQR_{LUIcara}$ (Land Usex Index): 0.82 LUI Quality: BUONO

Valutazione della naturalità dell'uso del suolo

0: sito con uso totalmente artificiale (stato di qualità cattivo)

1: sito con uso totalmente naturale (stato di qualità elevato)

EQR_{HMS} (Habitat Modification Score): 0.89 HMS Quality: BUONO

Valutazione del livello di alterazione morfologica della struttura naturale di un fiume dovuta alla presenza di elementi artificiali

0: sito estremamente alterato dalla presenza di elementi artificiali (stato di qualità cattivo)

1: sito che non presenta alterazioni di alcun tipo (stato di qualità elevato)

EQR_{HQA} (Habitat Quality Assessment): 0.45 HQA Quality: MODERATO

Valutazione della diversificazione e naturalità della composizione fisica di un sito fluviale in termini di habitat

0: habitat molto poco diversificato

≥1: habitat estremamente diversificato

EQR_{IQH} (Indice di Qualità dell'Habitat): 0.81 Habitat Quality: BUONO

Valutazione complessiva dello stato di qualità dell'habitat

0: stato di qualità cattivo

≥1: stato di qualità elevato

PARTE 2

Indice di qualità dell'habitat

$EQR_{LUIcara}$ (Land Usex Index): 0.85 LUI Quality: BUONO

Valutazione della naturalità dell'uso del suolo


0: sito con uso totalmente artificiale (stato di qualità cattivo)


1: sito con uso totalmente naturale (stato di qualità elevato)

EQR_{HMS} (Habitat Modification Score): 0.89 HMS Quality: BUONO

Valutazione del livello di alterazione morfologica della struttura naturale di un fiume dovuta alla presenza di elementi artificiali


0: sito estremamente alterato dalla presenza di elementi artificiali (stato di qualità cattivo)


1: sito che non presenta alterazioni di alcun tipo (stato di qualità elevato)

EQR_{HQA} (Habitat Quality Assessment): 0.75 HQA Quality: BUONO

Valutazione della diversificazione e naturalità della composizione fisica di un sito fluviale in termini di habitat


0: habitat molto poco diversificato


≥1: habitat estremamente diversificato

EQR_{IQH} (Indice di Qualità dell'Habitat): 0.80 Habitat Quality: BUONO

Valutazione complessiva dello stato di qualità dell'habitat


0: stato di qualità cattivo


≥1: stato di qualità elevato

PARTE 3

Indice di qualità dell'habitat

$EQR_{LUIcara}$ (Land Usex Index): 0.91 **LUI Quality: BUONO**

Valutazione della naturalità dell'uso del suolo


0: sito con uso totalmente artificiale (stato di qualità cattivo)


1: sito con uso totalmente naturale (stato di qualità elevato)

EQR_{HMS} (Habitat Modification Score): 0.890 **HMS Quality: BUONO**

Valutazione del livello di alterazione morfologica della struttura naturale di un fiume dovuta alla presenza di elementi artificiali


0: sito estremamente alterato dalla presenza di elementi artificiali (stato di qualità cattivo)


1: sito che non presenta alterazioni di alcun tipo (stato di qualità elevato)

EQR_{HQA} (Habitat Quality Assessment): 0.82 **HQA Quality: BUONO**

Valutazione della diversificazione e naturalità della composizione fisica di un sito fluviale in termini di habitat


0: habitat molto poco diversificato


≥1: habitat estremamente diversificato

EQR_{IQH} (Indice di Qualità dell'Habitat): 0.813 **Habitat Quality: BUONO**

Valutazione complessiva dello stato di qualità dell'habitat


0: stato di qualità cattivo


≥1: stato di qualità elevato

In allegato 1 si riportano i dettagli di calcolo (Schede Caravaggio)

Indice IQM - qualità morfologica dei corsi d'acqua

Premessa

La Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000, del Parlamento Europeo e del Consiglio, (anche detta WFD – Water Framework Directive) istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque, ed è stata recepita in Italia dal D.Lgs. 152/06 recante "Norme in materia ambientale" (Testo Unico Ambientale o T.U.A.).

Per quanto concerne le acque interne superficiali, la WFD, il Testo Unico Ambientale ed i suoi decreti attuativi impongono il raggiungimento, ovvero il mantenimento o il ripristino, del Buono Stato di Qualità Ambientale per tutti i Corpi Idrici naturali, entro dicembre 2015 (eccezion fatta per le proroghe e le deroghe previste dai paragrafi 4, 5 e seguenti dell'art. 4 della WFD).

Tutti i corpi idrici, ovvero quei tratti fluviali appartenenti ad un'unica tipologia, omogenei dal punto di vista delle caratteristiche fisiche, degli impatti causati dalle pressioni insistenti e dunque dello stato di qualità, come definiti dall'art. 54 del T.U.A. e identificati ai sensi del D.M. (Ministero Ambiente) n. 56 del 2009, devono essere classificati, e lo Stato di Qualità Ambientale è definito come il peggiore tra lo stato chimico e lo stato ecologico.

Ovviamente per essere buono, entrambe le due componenti devono essere in stato buono.

Lo stato ecologico dei corpi idrici viene definito dalla combinazione dello stato:

- degli elementi biologici (macrobenthos, diatomee, macrofite, pesci);
- degli elementi chimico-fisici (generali, inquinanti specifici);
- degli elementi idromorfologici (regime idrologico, continuità fluviale, condizioni morfologiche).

Lo stato ecologico, come specificato dalla direttiva 2000/60/CE, può essere Elevato, Buono, Sufficiente, Scarso, Cattivo, ed è valutato come scostamento da condizioni pressoché inalterate o di riferimento, cioè in assenza (o quasi) di pressioni antropiche sul bacino idrografico; ognuna di queste

classi equivale infatti a pressioni rispettivamente nulle o minime, leggere, moderate, rilevanti e severe.

È in questo contesto che la WFD, per prima, introduce la disciplina dell'idromorfologia nel quadro normativo in materia di tutela delle acque, disponendo che gli aspetti idromorfologici siano elementi da valutare per giungere alla classificazione dello Stato Ecologico Elevato dei corpi idrici.

Che cos'è dunque l'idromorfologia? Il termine, sull'uso del quale è in corso un ampio dibattito nel mondo scientifico, identifica l'insieme delle discipline idrologia, geomorfologia ed ecologia.

L'idromorfologia analizza dunque "the hydrological and geomorphological elements and processes of water body systems" (E.C., 2000) e può essere definita come quella disciplina che, integrando l'idrologia e la geomorfologia fluviale studia i processi e le forme fluviali, le loro interazioni con le pressioni antropiche e le implicazioni sui processi ecologici.

IL DECRETO MINISTERIALE 260/2010

Al fine di fornire indicazioni specifiche per la trattazione degli aspetti attuativi della WFD, sono stati emanati tre decreti ministeriali attuativi del D.Lgs. 152/06:

- il DM 131/2008 recante i criteri tecnici per la caratterizzazione e tipizzazione dei corpi idrici;
- il DM 56/2009 relativo alle procedure per il monitoraggio e l'identificazione delle condizioni di riferimento per i corpi idrici;
- il DM 260/2010 riguardante le modalità di classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali.

Il DM 260/2010 ha, di fatto, introdotto un approccio innovativo nella valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici, integrando sia aspetti chimici che biologici.

Come specificato nel paragrafo A.4.1.3 del D.M. 260/2010 ("Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi

dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.") "nella classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici fluviali, gli elementi idromorfologici a sostegno vengono valutati attraverso l'analisi dei seguenti aspetti (ciascuno dei quali descritto da una serie di parametri e/o indicatori):

- regime idrologico (quantità e variazione del regime delle portate);
- condizioni morfologiche (configurazione morfologica plano-altimetrica, configurazione delle sezioni fluviali, configurazione e struttura del letto, vegetazione nella fascia perifluviale, continuità fluviale - entità ed estensione degli impatti di opere artificiali sul flusso di acqua, sedimenti e biota)".

Per quanto riguarda il regime idrologico, l'analisi è "effettuata in corrispondenza di una sezione trasversale sulla base dell'Indice di Alterazione del Regime Idrologico IARI, che fornisce una misura dello scostamento del regime idrologico osservato rispetto a quello naturale che si avrebbe in assenza di pressioni antropiche".

Le condizioni morfologiche vengono valutate, invece, per ciascuno dei seguenti aspetti:

- continuità: la continuità longitudinale riguarda la capacità del corso d'acqua di garantire il transito delle portate solide, mentre la continuità laterale riguarda il libero manifestarsi di processi fisici di esondazione e di erosione;
- configurazione morfologica: riguarda la morfologia planimetrica e l'assetto altimetrico;
- configurazione della sezione: riguarda le variazioni di larghezza e profondità della sezione fluviale;
- configurazione e struttura alveo: riguarda la struttura e le caratteristiche tessiturali dell'alveo;
- vegetazione nella fascia perifluviale: riguarda gli aspetti legati alla struttura ed estensione della vegetazione nella fascia perifluviale.

Per i tratti di corpo idrico candidati a siti di riferimento sono valutate anche le condizioni di habitat.

In accordo con la WFD, la classificazione si basa sul confronto tra le condizioni morfologiche attuali e quelle di riferimento in modo da poter valutare i processi evolutivi in corso e i valori dei parametri per descriverne lo stato e le tendenze evolutive future. La valutazione dello stato morfologico viene effettuata considerando la funzionalità geomorfologica, l'artificialità e le variazioni morfologiche, che concorrono alla formazione dell'Indice di Qualità Morfologica, IQM.

ULTERIORI CONSIDERAZIONI NORMATIVE

È obbligatorio il monitoraggio idromorfologico su tutti i corpi idrici in funzione dell'analisi di rischio, come sancito dal D.M. 56/2009 recante i "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante "Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo"". E' questo provvedimento normativo a dare le indicazioni sull'analisi di rischio che deve essere realizzata sui corpi idrici, al fine di valutare la possibilità di non raggiungere gli obiettivi di qualità previsti dalla WFD, analizzando la tipologia e l'ampiezza delle pressioni antropiche insistenti sul corpo idrico considerato, i possibili impatti e lo stato di qualità ricavato dai dati di monitoraggio pregresso (se presenti). L'analisi di rischio permetterà di identificare le maggiori criticità e quegli indicatori maggiormente sensibili alle pressioni insistenti sul corpo idrico in esame, fornendo così gli strumenti per realizzare adeguati piani di monitoraggio.

A livello normativo, inoltre, valutazioni di carattere idromorfologico sono richieste nella progettazione e nella verifica di misure ed interventi, nella definizione degli HMWB (ovvero i corpi idrici fortemente modificati), e nella integrazione effettiva degli obiettivi previsti dalle direttive 2000/60/CE (WFD) e 2007/60/CE (FD). A tal proposito è bene specificare che la direttiva quadro sulle acque ha come obiettivo la naturalità, ovvero, semplificando, punta al raggiungimento del buono stato ambientale dei corpi idrici tramite la messa a punto di misure di conservazione o ripristino; la direttiva alluvioni ha invece, come obiettivo, la sicurezza, e vuole arrivare ad una valutazione e gestione del rischio di alluvione e ad una predisposizione di misure di prevenzione o mitigazione del rischio idraulico. I predetti obiettivi, talora in contrasto, possono essere portati sullo stesso piano da una adeguata valutazione ed analisi idromorfologica. Il quadro normativo delineato, piuttosto complesso, risulta comunque essere aperto a miglioramenti, in stretto rapporto con l'evoluzione ed i risultati delle attività scientifiche.

INDICE DI QUALITÀ MORFOLOGICA

L'Indice di Qualità Morfologica (IQM) è uno strumento che permette di ricavare un valore indice attraverso il quale i tecnici determinano quale sia lo stato di "salute morfologica" di un determinato corso d'acqua o di parte di esso, ovvero, in accordo con lo spirito della Direttiva Quadro sulle Acque, è "la misura dello scostamento delle condizioni attuali rispetto ad un certo stato di riferimento" (Rinaldi et al., 2011).

Le principali caratteristiche del metodo per la definizione dell'IQM sono:

- benché sviluppato per l'implementazione della WFD, non presenta un uso esclusivo;
- gli indicatori, le classi ed i punteggi sono basati su un giudizio esperto;
- il metodo è relativamente semplice, ma l'operatore non può esimersi dall'essere in possesso di solide conoscenze nell'ambito della geomorfologia fluviale;
- valuta la qualità morfologica (indipendentemente dallo stato ecologico);
- pone una particolare enfasi sui processi;
- non valuta la pericolosità.

La grande innovazione che il metodo IQM racchiude in sé è il cambiamento del principale oggetto utilizzato come indicatore dello stato di salute morfologica del corso d'acqua: in particolare l'IQM supera lo studio delle forme di riferimento, inteso come fulcro dell'analisi nelle procedure di rilevamento degli habitat fluviali latu sensu, per focalizzarsi sullo studio di processi di riferimento e soprattutto di interazione tra forme e processi di riferimento. Si pone dunque in relazione lo stato di salute degli ecosistemi fluviali con la geomorfologia fluviale perché è ormai ampiamente riconosciuto che un corso d'acqua in equilibrio dinamico "promuove spontaneamente il funzionamento degli ecosistemi fluviali e la diversificazione degli habitat".

La valutazione della qualità morfologica: l'indice di qualità morfologica

In questo paragrafo, dopo aver introdotto il concetto di condizione di riferimento, viene presentato il sistema di valutazione IQM per come esposto nel manuale IDRAIM (Rinaldi et al., 2016). Il manuale

IDRAIM, al quale si rimanda per ulteriori approfondimenti, costituisce il principale riferimento bibliografico per l'attività descritta nella presente relazione.

Condizione di riferimento morfologica

La procedura di valutazione e monitoraggio delle condizioni morfologiche dei corsi d'acqua dovrebbe basarsi, coerentemente con quanto richiesto dalla *WFD*, sulla valutazione dello scostamento delle condizioni attuali rispetto a un certo stato di riferimento. La definizione di uno stato di riferimento per gli aspetti morfologici può ritenersi particolarmente problematica rispetto agli altri aspetti presi in esame per la *WFD*.

Negli ultimi tre decenni circa, numerosi studi hanno affrontato la definizione delle condizioni geomorfologiche di riferimento per un corso d'acqua.

Tali studi dimostrano che esiste ancora qualche dibattito su questo argomento e manca una visione comune. D'altra parte, alcuni concetti sono largamente accettati (ad es., concetto di immagine guida; concetto di traiettorie di evoluzione), dimostrando che è stata stabilita una base comune.

La maggior parte dei sistemi fluviali in Europa, così come in altri continenti, è stata modificata dall'azione dell'uomo per centinaia o anche migliaia di anni, rendendo tali sistemi il risultato di una lunga interazione tra fattori climatici, geologici e antropici. Questa evidenza ha portato molti autori a ritenere poco significativo e privo di utilità pratica fare riferimento a una condizione "primitiva" (o "pristina"). Le condizioni di corsi d'acqua del passato possono essere prese come esempi di condizioni più naturali, ma in molti casi lo stesso concetto di naturalità è discutibile. Riconoscere che i sistemi fluviali sono stati condizionati per secoli da fattori antropici, e che anche la variabilità climatica potrebbe aver giocato un ruolo significativo su queste scale temporali implica la necessità di una visione dinamica di tali sistemi.

In quest'ottica, ogni tratto di un corso d'acqua è caratterizzato da una sua traiettoria di evoluzione in termini di morfologia dell'alveo. In accordo con il concetto di traiettoria di evoluzione, un fiume è un sistema complesso che aggiusta la propria morfologia in funzione delle condizioni al contorno, in particolare di variazioni dei flussi liquidi e di sedimenti. Poiché i sistemi fluviali sono il risultato di una

continua interazione tra fattori naturali e antropici, e la morfologia dell'alveo in un tratto specifico può cambiare nel tempo, molti autori hanno rinunciato all'uso del passato come condizione di riferimento. Infatti, non solo le condizioni passate non sono necessariamente naturali (ad es., esistevano fenomeni erosivi sui versanti più intensi nel corso del XVIII e XIX secolo a causa dell'attività agricola), ma esse sono anche poco utili per la gestione e la riqualificazione fluviale. Dato che un sistema fluviale può essere cambiato nel tempo, non sarebbe utile far riferimento a una morfologia passata che riflette condizioni al contorno che possono essere molto differenti dalle attuali.

Questo tipo di approccio è stato usato da molti autori, ma con qualche differenza. Ad esempio il "*leitbild*" o il concetto di "immagine guida" sono stati sviluppati tenendo conto delle attuali condizioni ambientali (ad es., attuali condizioni idrologiche, geomorfologiche e impatti antropici nel bacino). Le condizioni di riferimento (es., *leitbild* o immagine guida) sono essenzialmente definite guardando alle condizioni e vincoli attuali e futuri, e sono finalizzate a identificare lo stato meno degradato e più dinamico dal punto di vista ecologico che potrebbe esistere nell'attuale contesto fisico del bacino.

In maniera simile, Brierley e Fryirs (2005) affermano che, in generale, le condizioni di riferimento vanno inquadrate in termini di uno stato atteso. Tale stato atteso rappresenta la migliore condizione che può essere ottenuta da un corso d'acqua alterato dalla presenza antropica, date le condizioni al contorno prevalenti nel bacino.

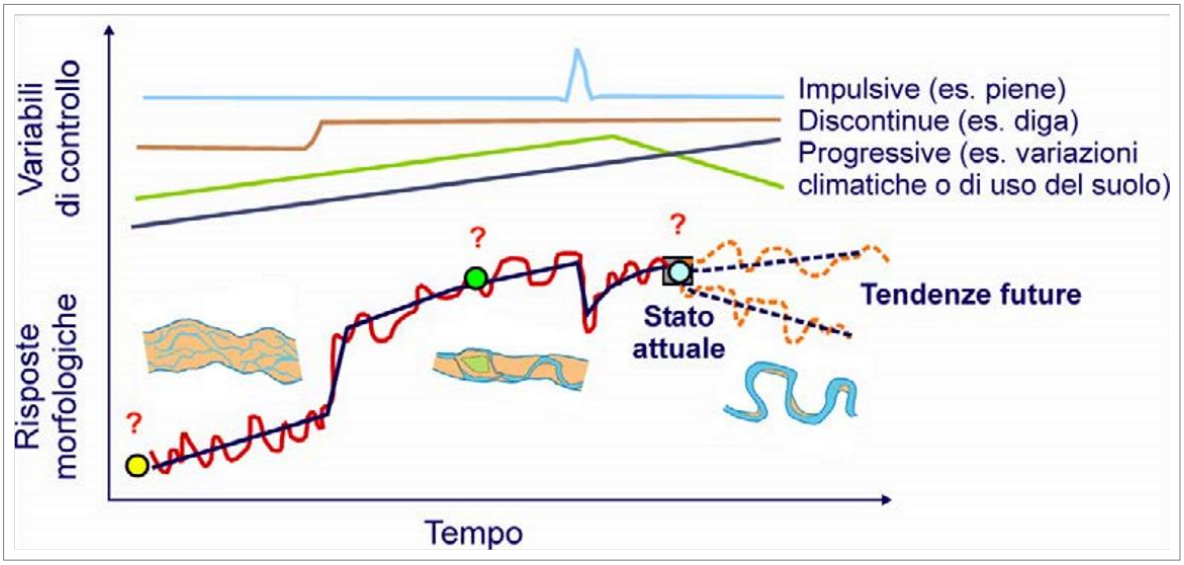
Gli approcci ora descritti hanno molti aspetti in comune. Primo, essi fanno riferimento a uno stato dinamico piuttosto che a una condizione statica, nel momento in cui le condizioni del corso d'acqua sono inquadrate nel contesto di una tendenza di evoluzione del sistema. Secondo, tali lavori argomentano il fatto che una riqualificazione fluviale non dovrebbe mirare a ricreare condizioni passate. Sulla stessa linea di pensiero è il concetto di "naturalizzazione" proposto da Rhoads e Herricks (1996) e da Rhoads et al. (1999) per ambienti antropizzati. Anche rilevante notare che l'"immagine guida" o lo "stato atteso" non sono usati per misurare uno scostamento da condizioni naturali, quanto piuttosto per definire gli obiettivi di una riqualificazione fluviale. A tal proposito, il lavoro di Jungwirth et al. (2002) è particolarmente interessante in quanto enfatizza che una valutazione può essere considerata un processo a due stadi, dove dapprima si valuta la deviazione

rispetto a condizioni naturali ("*visionary leitbild*"), e successivamente si identificano gli obiettivi di una riqualificazione ("*practical leitbild*").

Nella definizione delle condizioni di riferimento per l'Indice di Qualità Morfologica (*IQM*) è stato tenuto conto (i) di vari concetti prima descritti (in particolare quello di traiettoria di evoluzione); (ii) dei requisiti della WFD; (iii) del contesto specifico dei corsi d'acqua italiani, i quali sono stati interessati da fattori antropici per un lungo periodo di tempo. In accordo con la WFD, lo stato di riferimento deve corrispondere a condizioni "indisturbate", caratterizzate da assenza o impatti antropici molto limitati. Conseguentemente, le condizioni di riferimento per l'*IQM* sono state definite in maniera tale da misurare lo scostamento rispetto a condizioni geomorfologiche indisturbate o solo lievemente disturbate. Le condizioni di riferimento per un dato tratto sono definite considerando tre componenti, vale a dire **funzionalità geomorfologica** (forme e processi del corso d'acqua), **artificialità** e **variazioni morfologiche** (instabilità). Riguardo la prima componente, le condizioni di riferimento sono date dalla forma e dai processi che sono attesi per la tipologia morfologica esaminata. Per l'artificialità, la condizione di riferimento è data da assenza o presenza molto ridotta di interventi antropici (regolazione delle portate liquide e solide, strutture idrauliche e attività di gestione). Se esistono elementi antropici, essi dovrebbero produrre effetti trascurabili sulla morfologia dell'alveo e sui processi. Riguardo alla terza componente, un alveo deve essere stabile o in "equilibrio dinamico", vale a dire che non si sono verificate importanti variazioni morfologiche dovute a fattori antropici nel corso del "recente" passato (ovvero negli ultimi 100 anni circa). Riassumendo, le condizioni di riferimento consistono in un tratto di corso d'acqua in equilibrio dinamico, dove il fiume svolge quei processi geomorfologici che sono attesi per una specifica tipologia, e dove l'artificialità è assente o non altera significativamente la dinamica del corso d'acqua a scala di bacino e di tratto.

Tratti che rappresentano condizioni di riferimento possono essere molto rari, se non addirittura assenti, nel contesto italiano. A tal proposito si può affermare che l'*IQM* rappresenta semplicemente uno strumento per valutare lo scostamento rispetto a condizioni indisturbate e non uno strumento per definire obiettivi di gestione o riqualificazione. In quest'ottica, le condizioni di riferimento per l'*IQM* sono simili al concetto di "*visionary leitbild*" di Jungwirth et al. (2002), sebbene questi autori si

riferiscano a condizioni morfologiche storiche. Per l'*IQM* non si fa riferimento a condizioni storiche in quanto non è possibile attendersi o prevedere una singola tipologia morfologica per uno specifico tratto nel contesto delle tendenze evolutive del sistema fluviale. In altre parole, ogni morfologia del corso d'acqua passata, attuale o futura rappresentano un punto arbitrariamente scelto lungo la traiettoria di evoluzione, pertanto l'uso di una condizione di riferimento morfologica intesa come una precisa configurazione (meandriforme, a canali intrecciati, ecc.) in senso statico non solo non è necessaria ma è fuorviante. Infatti, in uno stesso contesto fisico, si potrebbero sviluppare diverse tipologie in funzione di differenti condizioni al contorno (cioè di variazioni a scala di bacino e di tratto).



TRAIETTORIA DI EVOLUZIONE E CONDIZIONE DI RIFERIMENTO. QUALUNQUE CONDIZIONE DI RIFERIMENTO INTESA COME PRECISA CONFIGURAZIONE MORFOLOGICA È UN PUNTO ARBITRARIAMENTE SCELTO LUNGO LA TRAIETTORIA DI EVOLUZIONE.

L'Indice di Qualità Morfologica (*IQM*)

Le principali caratteristiche e gli aspetti innovativi dell'IQM possono essere sintetizzati come segue:

1. Il metodo è basato sul giudizio esperto, ovvero la selezione di variabili, indicatori, classi e punteggi relativi sono stati tutti definiti sulla base di giudizio esperto derivante dalle specifiche conoscenze ed esperienze degli autori del metodo.
2. Il metodo è stato sviluppato in modo da rispondere ai requisiti richiesti dalla WFD ma può avere un più largo utilizzo ai fini della gestione dei corsi d'acqua.
3. Poiché il metodo deve essere usato dalle agenzie regionali che si occupano di corsi d'acqua, esso è stato progettato in modo da essere relativamente semplice, seppure rigoroso da un punto di vista scientifico, e da non richiedere un tempo eccessivo per la sua applicazione.
4. Il metodo è basato sulla valutazione di processi, piuttosto che solo di forme fluviali. Esso infatti include aspetti quali la continuità di flusso di sedimenti e legname, l'erosione delle sponde, la mobilità laterale, le variazioni morfologiche.
5. La componente temporale è esplicitamente tenuta in conto, considerando che un'analisi storica delle variazioni morfologiche fornisce importanti informazioni sulle cause e sui tempi delle alterazioni. La mancanza di considerazioni sulla componente temporale è considerata da vari autori come la principale limitazione di molti altri metodi di valutazione e schemi di classificazione geomorfologica.
6. Riguardo alle scale spaziali, viene adottato un approccio gerarchico, dove il tratto (ovvero una porzione del fiume lungo la quale le condizioni al contorno sono sufficientemente uniformi) è l'unità spaziale di base per l'applicazione della procedura di valutazione.
7. Le condizioni morfologiche sono valutate esclusivamente in termini di processi fisici, senza alcuna considerazione sulle loro conseguenze in termini di stato ecologico. Questo significa che una qualità morfologica elevata non è necessariamente correlata a un buono stato ecologico, seppure comunemente ciò avviene. Infatti, è ampiamente riconosciuto che la dinamica geomorfologica di un corso d'acqua e il funzionamento dei processi fisici naturali spontaneamente promuovono la creazione e il mantenimento di habitat e favoriscono l'integrità di un ecosistema.

Metodologie di analisi

È necessario che la valutazione delle condizioni attuali e il monitoraggio futuro si basino su un approccio integrato, facendo uso sinergico delle due principali metodologie impiegate nello studio geomorfologico dei corsi d'acqua, vale a dire l'impiego di telerilevamento (*remote sensing*) e di analisi GIS e il rilevamento sul terreno.

1. **Analisi GIS da telerilevamento**. Queste prevedono l'utilizzo soprattutto di foto aeree, ma per alcuni tipi di osservazioni (ricognizione iniziale, opere, uso del suolo e forme nella pianura, ecc.) o anche per osservazione di caratteristiche morfologico relative all'alveo (almeno per corsi d'acqua sufficientemente grandi) possono essere impiegate anche immagini satellitari (attualmente di facile reperibilità e con elevata risoluzione geometrica). Vari software offrono al giorno d'oggi l'opportunità di consultare facilmente immagini utili almeno per le fasi di ricognizione e classificazione iniziale. Inoltre, lo sviluppo crescente di *database* cartografici condivisi, quali il *Portale Cartografico Nazionale*, renderanno sempre più agevoli questi tipi di analisi.
2. **Analisi e misure sul terreno**. Queste prevedono osservazioni di vario tipo e misure condotte con vari strumenti (analisi granulometriche, misure topografiche, analisi geomorfologiche, ecc.).

Vengono di seguito definiti i campi di applicazione dei due metodi.

1. **Campi di applicazione di analisi GIS da telerilevamento**. Per quanto riguarda le dimensioni dei corsi d'acqua, si fa riferimento alla terminologia proposta da Church (1992), in base alla quale si definiscono: (1) corsi d'acqua piccoli (P) quelli con larghezze inferiori a 20 m circa; (2) corsi d'acqua medi (M) quelli con larghezze dell'ordine dei 20÷30 m; (3) corsi d'acqua grandi (G) quelli con larghezze superiori a 30 m. Tale terminologia è adatta per definire le dimensioni minime per le quali vengono analizzati alcuni aspetti di funzionalità morfologica e, soprattutto, le variazioni morfologiche. Per tali aspetti, infatti, le analisi delle caratteristiche dell'alveo da immagini telerilevate (foto aeree o satellitari) possono essere condotte solo per corsi d'acqua grandi, vale a dire per larghezze dell'alveo superiori a 30 m. Per alvei di

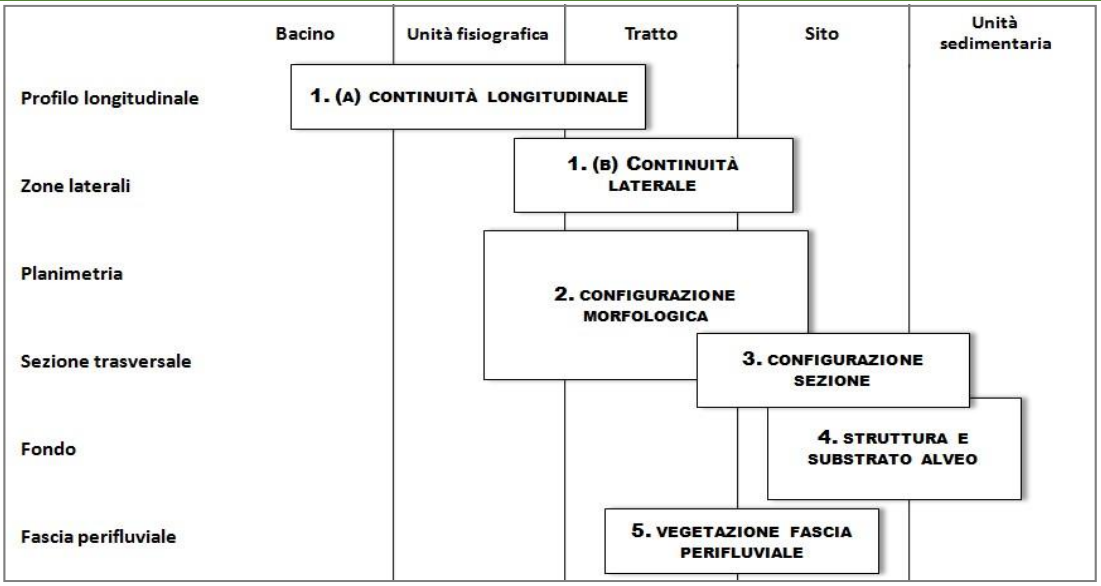
dimensioni inferiori, gli errori connessi alle misure possono essere dello stesso ordine di grandezza delle variazioni stesse, pertanto le misure non sono in genere attendibili. Differentemente, per quanto riguarda alcuni elementi della funzionalità legati a caratteristiche osservabili nella pianura, è possibile un'analisi da immagini telerilevate, così come per gli elementi di artificialità, nel caso non fossero disponibili le informazioni necessarie relative all'ubicazione e al tipo di opere da parte degli enti competenti preposti al rilascio delle autorizzazioni. Per tali aspetti, le analisi vengono condotte per tutti i tipi di alvei, in quanto anche per corsi d'acqua piccoli o medi è possibile ottenere informazioni su elementi presenti nelle adiacenze dell'alveo e almeno un primo censimento delle opere di una certa grandezza e tipologia (briglie, muri di sponda, ecc.). Gli eventuali punti critici irrisolti vengono esaminati durante le fasi successive sul terreno.

2. **Campi di applicazione di analisi e misure sul terreno**. Per le attività condotte sul terreno, non esistono limiti in termini di dimensioni degli alvei investigati. I corsi d'acqua piccoli e medi (larghezza dell'alveo inferiore a 30 m) richiedono ovviamente più osservazioni sul terreno non essendo utilizzabili le immagini telerilevate. Nel caso di corsi d'acqua grandi, la fase sul terreno è importante anche per verificare o integrare quegli aspetti analizzati da immagini (ad es., la corretta interpretazione di superfici adiacenti all'alveo).

È necessario prevedere che tutte le informazioni relative alle condizioni geomorfologiche e alla presenza di opere utili per la valutazione dello stato attuale e per il monitoraggio siano opportunamente georeferenziate e riportate in ambiente GIS, in modo da rendere le elaborazioni e l'interpretazione dei dati facilmente ripetibili e comprensibili.

Aspetti trattati e suddivisione in fasi

Gli aspetti idromorfologici devono comprendere i seguenti aspetti: (a) caratteri del letto e delle sponde; (b) forma planimetrica e profilo del fondo; (c) connettività e libertà di movimento laterali; (d) continuità longitudinale del flusso liquido e di sedimenti; (e) vegetazione nella zona riparia. Tali aspetti vengono trattati a differenti scale spaziali di analisi, come rappresentato in figura.



SCHEMA DEGLI ASPETTI CONSIDERATI E DELLE RELATIVE SCALE SPAZIALI

Aspetti trattati e suddivisione in fasi

Gli aspetti idromorfologici sono trattati secondo una riorganizzazione sequenziale che comprende nell'ordine (tabella):

1. Continuità longitudinale e laterale;
2. Morfologia, comprendente la configurazione morfologica, la configurazione della sezione e la struttura e substrato dell'alveo;
3. Vegetazione nella fascia perifluviale.

La Tabella descrive la suddivisione in categorie e aspetti trattati.

TABELLA - VALUTAZIONE DELLO STATO MORFOLOGICO DEI CORSI D'ACQUA: SUDDIVISIONE IN CATEGORIE E ASPETTI

CATEGORIE MORFOLOGICHE	ASPETTI TRATTATI	DESCRIZIONE
(1) Continuità	A. Continuità longitudinale	Riguarda la capacità del corso d'acqua di garantire la continuità di portate solide anche attraverso la naturale occorrenza delle portate formative.

	B. Continuità laterale	Riguarda la continuità laterale dei processi fisici di esondazione (possibilità di esondare, presenza di piana inondabile) e di erosione (possibilità di muoversi lateralmente).
(2) Configurazione morfologica	Configurazione planimetrica e altimetrica longitudinale	Riguarda la morfologia planimetrica e l'assetto altimetrico (forma del profilo, pendenza). Comprende le variazioni del profilo (in termini di pendenza) in seguito a processi di incisione o sedimentazione.
(3) Configurazione della sezione	Configurazione della sezione (larghezza, profondità, ecc.)	Riguarda in maggior dettaglio la configurazione altimetrica in sezione trasversale. Comprende le variazioni di quota del fondo in seguito a processi di incisione o sedimentazione.
(4) Struttura e substrato alveo	Configurazione e struttura del letto	Riguarda la strutturazione del letto e le caratteristiche tessiturali, la continuità verticale tra flusso superficiale e iporeico.
(5) Vegetazione nella fascia perifluviale	Caratteristiche vegetazionali	Comprende gli aspetti legati all'ampiezza ed estensione lineare della vegetazione nella fascia perifluviale.

Gli aspetti che vengono considerati per la valutazione dello stato attuale comprendono sia elementi artificiali che caratteristiche morfologiche naturali. Gli elementi artificiali possono avere un impatto diretto sugli aspetti morfologici di un corso d'acqua, andandone a modificare direttamente le sue caratteristiche naturali (ad es., modificando la forma o interrompendo la continuità del flusso solido). Tuttavia, anche laddove non ci sono impatti diretti in alveo, si possono innescare processi che favoriscono una degradazione fisica del corso d'acqua (ad es., attraverso un abbassamento del fondo). Infatti gli impatti antropici possono avere effetti anche a una certa distanza e gli

aggiustamenti morfologici possono migrare (verso valle o verso monte) all'interno del sistema fluviale. Tali processi dinamici riguardano soprattutto gli alvei fluviali alluvionali a fondo mobile (cioè quelli che sono classificati come non confinati e, in parte, i semiconfinati). In tale ottica, per alcuni aspetti (in particolare variazioni del fondo e di morfologia planimetrica) è opportuno estendere per tali corsi d'acqua l'analisi in maniera retrospettiva ad un intervallo sufficientemente lungo per poter interpretare le variazioni che possono essere in atto al momento attuale nel contesto di disturbi passati. Si ritiene che un intervallo di tempo significativo possa essere quello degli ultimi decenni, a partire dagli anni '50 del XX secolo, soprattutto in virtù del fatto che gli aggiustamenti morfologici più intensi nei corsi d'acqua di pianura in Italia sono avvenuti proprio in questo intervallo di tempo.

La **valutazione dello stato morfologico** è organizzata attraverso l'analisi di tre componenti:

1. **Funzionalità geomorfologica**: si basa sull'osservazione delle forme e dei processi del corso d'acqua nelle condizioni attuali e sul confronto con le forme e i processi attesi per la tipologia fluviale presente nel tratto in esame. In altri termini si valuta la funzionalità del corso d'acqua relativamente ai processi geomorfologici (l'assenza di determinate forme e processi tipici per una data tipologia può essere sintomo di condizioni morfologiche alterate).
2. **Artificialità**: si valutano la presenza, frequenza e continuità delle opere o interventi antropici che possano avere effetti sui vari aspetti morfologici considerati. Alcuni elementi artificiali hanno effetti molteplici su diversi aspetti: essi verranno ovviamente rilevati una sola volta ma verranno valutati per ogni singolo aspetto.
3. **Variazioni morfologiche**: questa analisi riguarda soprattutto gli alvei non confinati e parzialmente confinati e solo alcuni aspetti (principalmente le variazioni di configurazione morfologica plano-altimetrica). Vengono valutate le variazioni morfologiche rispetto a una situazione relativamente recente (scala temporale degli ultimi 50-60 anni) in modo da verificare se il corso d'acqua abbia subìto alterazioni fisiche (ad es., incisione, restringimento) e stia ancora modificandosi a causa di perturbazioni antropiche non necessariamente attuali.

Indicatori

Le fasi di analisi della funzionalità, artificialità e variazioni morfologiche vengono effettuate attraverso l'ausilio di apposite schede di valutazione, che consentono un'analisi guidata dei vari aspetti, attraverso l'impiego integrato di analisi GIS da immagini telerilevate e rilevamenti sul terreno. A tal fine vengono usati un certo numero di indicatori, intesi di seguito in senso lato, per indicare attributi o descrittori qualitativi dei vari aspetti considerati. Ogni indicatore è poi valutato attraverso una o più variabili quantitative o qualitative (per alcuni indicatori, soprattutto per la funzionalità, si fa ricorso a valutazioni interpretative piuttosto che a parametri). Le schede si differenziano in alcune componenti a seconda della tipologia fluviale e delle dimensioni del corso d'acqua, in modo da consentire una valutazione relativa alle caratteristiche morfologiche della tipologia d'alveo alla quale il tratto analizzato appartiene.

La funzionalità e l'artificialità si differenziano in funzione delle seguenti tipologie fluviali:

- Alvei confinati (C)
- Alvei semiconfinati/non confinati (SC/NC)

Le variazioni morfologiche sono analizzate per i corsi d'acqua di grandi dimensioni (G) (larghezza L > 30 m), sia per quelli semiconfinati/non confinati che per quelli confinati. Si noti che l'analisi delle variazioni è applicabile anche nel caso in cui la larghezza attuale è < 30 m, ma la larghezza degli anni '50 era > 30 m, laddove si ritiene che le differenze di larghezza tra le due situazioni siano superiori al margine di errore nelle misure e laddove, pur non essendo possibile misurare con esattezza la larghezza attuale, è possibile l'attribuzione a una data classe di variazione.

Nella tabella è riportata una lista di indicatori relativi ai tre aspetti (funzionalità, artificialità, variazioni).

Tabella - Valutazione dello stato morfologico dei corsi d'acqua: suddivisione in categorie e aspetti

SIGLA	INDICATORE	CAMPO DI APPLICAZIONE
FUNZIONALITÀ		
Continuità		
F1	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso	Tutti
F2	Presenza di piana inondabile	Solo **SC/NC**
F3	Connessione tra versanti e corso d'acqua	Solo **C**
F4	Processi di arretramento delle sponde	Solo **SC/NC**
F5	Presenza di una fascia potenzialmente erodibile	Solo **SC/NC**
Morfologia		
Configurazione morfologica		
F6	Morfologia del fondo e pendenza della valle	Solo **C**
F7	Forme e processi tipici della configurazione morfologica	**SC/NC**: tutti; **C**: solo **CI**/**W**
F8	Presenza di forme tipiche di pianura	Solo **SC/NC** meandriformi in ambito fisiografico di pianura
Configurazione sezione		
F9	Variabilità della sezione	Tutti
Struttura e substrato alveo		
F10	Struttura del substrato	Tutti
F11	Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni	Tutti

Vegetazione fascia perifluviale		
F12	Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	Tutti
F13	Estensione lineare delle formazioni funzionali lungo le sponde	Tutti
ARTIFICIALITÀ		
Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte		
A1	Opere di alterazione delle portate liquide	Tutti
A2	Opere di alterazione delle portate solide	Tutti
Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto		
A3	Opere di alterazione delle portate liquide	Tutti
A4	Opere di alterazione delle portate solide	Tutti
A5	Opere di attraversamento	Tutti
Opere di alterazione della continuità laterale		
A6	Difese di sponda	Tutti
A7	Arginature	Solo **SC/NC**
Opere di alterazione della morfologia dell'alveo e/o del substrato		
A8	Variazioni artificiali di tracciato	Solo **SC/NC**
A9	Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato	Tutti
Interventi di manutenzione e prelievo		
A10	Rimozione di sedimenti	Tutti
A11	Rimozione di materiale legnoso	Tutti

A12	Taglio della vegetazione in fascia perifluviale	Tutti
VARIAZIONI MORFOLOGICHE		
V1	Variazione della configurazione morfologica	Solo **G**
V2	Variazioni di larghezza	Solo **G**
V3	Variazioni altimetriche	Solo **G**

Compilazione delle schede

Si riportano ora alcune informazioni generali relative alla fase di preparazione e alla compilazione delle schede di valutazione. Sono inoltre riportate nel paragrafo successivo la versione delle Schede da utilizzare sul terreno e la Guida alle risposte, strumento utile per una più facile e corretta applicazione delle schede stesse.

Competenze

Per l'applicazione della metodologia di valutazione morfologica è necessaria una buona conoscenza della geomorfologia fluviale. La figura professionale tradizionalmente più indicata è quella del geologo, ma vi sono oggi diverse figure professionali in campo ambientale con conoscenze in geomorfologia fluviale (ingegneri, dottori forestali, naturalisti). È possibile acquisire nel tempo le conoscenze necessarie anche da parte di operatori con altre competenze affini.

Fonti di informazione e successione delle fasi

Si riporta di seguito la successione generale delle fasi di lavoro, partendo da quelle relative alla fase di inquadramento e suddivisione in tratti (1 e 2), per poi concentrarsi su quelle relative alla compilazione delle schede e valutazione dello stato attuale (punti successivi).

1. *Raccolta di materiale esistente e ricognizione iniziale*. È necessario acquisire il materiale esistente (carte topografiche, geologiche, uso del suolo, ecc.) utile per un inquadramento iniziale del bacino e degli aspetti fisici di interesse. Può essere utile in questa fase una prima ricognizione speditiva all'interno del bacino per l'individuazione delle unità fisiografiche

presenti e la delimitazione dei segmenti. La consultazione del Portale Cartografico Nazionale può essere molto utile in questa fase, così come in alcune fasi successive.

2. *Classificazione morfologica iniziale e delimitazione del tratto*. Tale fase può essere condotta partendo da un'osservazione delle caratteristiche del corso d'acqua da immagini satellitari a sufficiente risoluzione, integrata poi dagli altri tipi di materiale (carte geologiche, carte topografiche, foto aeree) per la misura dei parametri necessari ai fini della classificazione delle morfologie dell'alveo e per l'individuazione di eventuali altre discontinuità.
3. *Acquisizione di informazioni relative alle opere e interventi* presenti e passati da parte degli enti responsabili della gestione dei corsi d'acqua (comunità montane, consorzi di bonifica, genio civile, ecc.).
4. *Osservazione e analisi delle immagini telerilevate*. Si analizzano le immagini telerilevate disponibili e, quando necessario, si effettuano alcune misure su GIS relativamente ad alcuni parametri (ampiezza e continuità fascia erodibile e vegetazione perifluviale, ecc.) per definire preliminarmente le classi relative a tutti i vari indicatori, eccetto che per quelli che richiedono necessariamente la ricognizione sul terreno. Durante questa fase e quella successiva sul terreno può essere compilata una scheda di valutazione in formato cartaceo. È importante che in questa fase venga effettuato un elenco dei punti critici e delle informazioni strettamente necessarie da raccogliere durante la successiva fase sul terreno. Per gli indicatori di artificialità, si integrano le informazioni eventualmente raccolte durante la fase precedente con le osservazioni delle opere esistenti che si possono individuare sulle immagini disponibili. Per gli indicatori di variazione planimetrica, si effettuano le osservazioni e analisi GIS relative al confronto di foto aeree (volo IGM GAI e volo recente), nonché si acquisiscono eventuali dati e informazioni esistenti relativi alle variazioni altimetriche.
5. *Rilievi sul terreno*. Affinché non risulti dispersiva e dispendiosa, la fase sul terreno deve essere ben organizzata e indirizzata a risolvere gli aspetti e punti critici già individuati durante la fase precedente, oltre che a definire quegli aspetti che è possibile osservare esclusivamente sul terreno. È importante disporre sul terreno della copertura delle foto aeree più recenti (o immagini satellitari) e di tutto il materiale che può essere utile (suddivisione dei tratti, profilo longitudinale, documentazione delle opere, ecc.). In particolar modo, per l'interpretazione

delle variazioni altimetriche e di altri aspetti (es., piana inondabile) è estremamente utile disporre della stampa del confronto tra il tracciato del 1954–'55 e quello attuale.

6. *Perfezionamento e conclusione delle analisi da immagini telerilevate*. Attraverso i rilievi sul terreno sarà stato possibile chiarire i punti critici precedentemente individuati (identificazione della piana inondabile, vegetazione, ecc.), pertanto sarà possibile successivamente perfezionare alcune misure in GIS di alcuni parametri e concludere quindi la valutazione. Durante questa fase si riportano inoltre le informazioni raccolte sul terreno sulla *scheda in formato elettronico* e si giunge al calcolo definitivo dell'*Indice di Qualità Morfologica* (*IQM*).

Relativamente alle fasi riguardanti la compilazione delle schede, è opportuno aggiungere una serie di precisazioni riguardanti gli ambiti spaziali di analisi e la loro delimitazione, nonché l'intervallo temporale di applicazione.

- **Delimitazione dell'ambito laterale** di applicazione delle schede (ampiezza della regione fluviale o corridoio fluviale). Per gli alvei semi- e non confinati, l'ambito laterale comprende in teoria l'intera pianura alluvionale (almeno per alcuni indicatori), fino quindi al contatto con i versanti o con terrazzi antichi che presentano significativi dislivelli rispetto alla pianura. A tal fine si utilizzano le varie fonti di informazione disponibili, quali carte geologiche, topografiche e immagini telerilevate. Nel caso di alvei confinati, possono essere presenti piccoli lembi di pianura, oppure essa può essere piuttosto continua ma di larghezza molto limitata. Oltre alle porzioni di pianura eventualmente presenti, l'ambito laterale di un alveo confinato si estende per 50 m (in pianta) lungo i versanti su entrambi i lati. Alcuni indicatori sono infatti valutati considerando tale fascia.
- **Delimitazione dell'alveo**. A tal fine, si individuano le immagini più recenti disponibili a risoluzione adeguata per consentire le osservazioni necessarie per la fase di valutazione e si procede con la delimitazione dell'alveo in GIS. La delimitazione dell'alveo è funzionale a vari aspetti, in particolar modo alla definizione della morfologia e alla misura della larghezza media nel tratto. Quest'ultima non entra in gioco nella definizione della morfologia, ma è necessaria per alcuni indicatori per i quali l'ampiezza di determinate caratteristiche (piana

inondabile, fascia di vegetazione, ecc.) viene rapportata alla larghezza dell'alveo ai fini della definizione delle classi.

- **Osservazioni sul terreno**. È importante precisare che la delimitazione dell'alveo rimane quella definita sulle immagini più recenti, secondo quanto specificato nel punto precedente, e non necessita di essere modificata sul terreno nel caso in cui si osservino delle variazioni (peraltro molto probabili nel caso di alvei dinamici e liberi di modificarsi lateralmente). Per quegli indicatori per i quali sono necessarie misure GIS (ad esempio di ampiezza o continuità longitudinale di determinate caratteristiche), queste si riferiscono infatti alla data dell'immagine. Le osservazioni sul terreno servono per verificare determinati aspetti che non è possibile definire del tutto dalle immagini (ad es., se una superficie è o meno piana inondabile), integrare o confermare le osservazioni da immagini (es., verificare se sono presenti erosioni di sponda), oltre che definire quegli indicatori che sono invece osservabili esclusivamente sul terreno. Per quanto riguarda gli elementi di artificialità, le osservazioni sul terreno possono integrare le eventuali informazioni già disponibili o le osservazioni effettuate da immagini (se ad esempio si osserva sul terreno un'opera realizzata successivamente all'anno delle immagini utilizzate, essa va considerata). Nel caso in cui si fosse verificato un evento di piena di forte intensità che ha prodotto forti variazioni morfologiche tra l'anno delle immagini disponibili e il rilievo sul terreno, è necessario procedere allo stesso modo data l'impossibilità pratica di effettuare nuovi rilievi.

Infine, riguardo al periodo dell'anno durante il quale effettuare i rilievi sul terreno, non ci sono particolari indicazioni o preclusioni, se non quella di evitare eventi di piena, sia per ovvi motivi di sicurezza sia perché si tratta di una situazione sfavorevole per osservare le caratteristiche dell'alveo. Durante i periodi di estrema siccità (ad es., nel caso di alveo asciutto) non è preclusa la possibilità di effettuare la valutazione, seppure tale condizione possa creare qualche problema nell'interpretazione di alcune forme e caratteristiche (ad es., l'indice di intrecciamento). È importante a tal proposito precisare che la valutazione riguarda l'alveo del corso d'acqua (non la sola parte sommersa dell'alveo).

Campi di applicazione

Il sistema di valutazione può essere applicato a qualunque corso d'acqua. Si tiene conto tuttavia dei seguenti campi di applicazione e/o limitazioni:

- Può essere applicato anche nel tratto di foce, fino allo sbocco in mare, cioè fin laddove presenta un alveo ben delimitato tra sponde.
- Si applica al caso di alvei fortemente artificializzati, ad esempio corsi d'acqua parzialmente o completamente fissati di attraversamento di aree urbane.
- Non si applica invece al caso di canali artificiali, ovvero corsi d'acqua creati artificialmente e non esistenti originariamente.
- Non si applica ai laghi o agli invasi artificiali (non essendo corsi d'acqua).

Indicatori nella scheda di valutazione IQM per alvei confinati

FUNZIONALITA' GEOMORFOLOGICA

Continuità

		parz.	prog.	conf.
F1	**Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso**			
A	Assenza di alterazioni della continuità di sedimenti e materiale legnoso	0		
B	Lieve alterazione (ostacoli nel flusso ma non intercettazione)	3		
C	Forte alterazione (forte discontinuità di forme per intercettazione)	5		

F3	**Connessione tra versanti e corso d'acqua**			
A	Pieno collegamento tra versanti e corridoio fluviale (>90% tratto)	0		
B	Collegamento per porzione significativa del tratto (33-90%)	3		
C	Collegamento per piccola porzione tratto (≤33%)	5		

parz.: punteggi parziali (cerchiare) *prog.*: punteggi progressivi *livello confidenza tra A e B*
conf. livello di confidenza nella risposta, con *M*=Medio, *B*=Basso (*Alto viene omesso*) *livello confidenza tra B e C*

Morfologia

Configurazione morfologica

F6	**Morfologia del fondo e pendenza della valle** *(si applica a confinati a canale singolo)*		
A	Forme di fondo coerenti con la pendenza media della valle oppure non coerenti per ≤33% tratto	0	
B	Forme di fondo non coerenti con la pendenza media della valle per 33-66% del tratto	3	
C	Forte alterazione delle forme di fondo per >66% del tratto	5	

Non si applica nel caso di confinato con fondo in roccia o colluviali, nonché nel caso di corso d'acqua profondo per il quale non è possibile osservare la configurazione del fondo

F7	**Forme e processi tipici della configurazione morfologica** *(si applica a canali multipli o wandering)*		
A	Assenza (≤5%) di alterazioni della naturale eterogeneità di forme attesa per la tipologia fluviale	0	
B	Alterazioni per porzione limitata del tratto (≤33%)	3	
C	Consistenti alterazioni per porzione significativa del tratto (>33%)	5	

Configurazione sezione

F9	**Variabilità della sezione**		
A	Assenza o presenza localizzata (≤5% tratto) di alterazioni naturale eterogeneità della sezione	0	
B	Presenza di alterazioni (omogeneità sezione) per porzione limitata del tratto (≤33%)	3	
C	Presenza di alterazioni (omogeneità sezione) per porzione significativa del tratto (>33%)	5	

Struttura e substrato alveo

F10	**Struttura del substrato**		
A	Naturale eterogeneità sedimenti e *clogging* poco significativo	0	
B	*Clogging* accentuato in varie porzioni del sito	2	
C1	*Clogging* accentuato e diffuso (>90%) e/o affioramento occasionale substrato per incisione	5	
C2	Affioramento diffuso del substrato per incisione o rivestimento fondo (>33% tratto)	6	

Non si valuta nel caso di fondo in roccia, colluviali o in sabbia, nonché di corso d'acqua profondo per il quale non è possibile osservare il fondo

F11	**Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni**		
A	Presenza significativa di materiale legnoso	0	
C	Presenza molto limitata o assenza di materiale legnoso	3	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

Vegetazione fascia perifluviale

F12	**Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale**		
A	Ampiezza di formazioni funzionali elevata	0	
B	Ampiezza di formazioni funzionali intermedia	2	
C	Ampiezza di formazioni funzionali limitata	3	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

F13	**Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde**		
A	Estensione lineare formazioni funzionali >90% lunghezza massima disponibile	0	
B	Estensione lineare formazioni funzionali 33-90% lunghezza massima disponibile	3	
C	Estensione lineare formazioni funzionali ≤33% lunghezza massima disponibile	5	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

ARTIFICIALITA'

Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte

		parz.	prog.	conf.
A1	**Opere di alterazione delle portate liquide**			
A	Alterazioni nulle o poco significative (≤10%) delle portate formative e con *TR*>10 anni	0		
B	Alterazioni significative (>10%) delle portate con *TR*>10 anni	3		
C	Alterazioni significative (>10%) delle portate formative	6		

A2	**Opere di alterazione delle portate solide**			
A	Assenza di opere di alterazione del flusso di sedimenti o presenza trascurabile (dighe con area sottesa <5% e/o altre opere trasversali con area sottesa <33%)	0		
B1	Presenza di dighe (area sottesa 5-33%) e/o opere con totale intercettazione (area 33-66%) e/o opere con intercettazione parziale/nulla (area >33% *pianura/collina* o >66% *ambito montano*)	3		
B2	Presenza di dighe (area sottesa 33-66%) e/o opere con totale intercettazione (area sottesa >66% o all'estremità a monte del tratto)	6		
C1	Presenza di dighe con area sottesa >66%	9		
C2	Presenza di diga all'estremità a monte del tratto	12		

Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto

A3	**Opere di alterazione delle portate liquide**			
A	Alterazioni nulle o poco significative (≤10%) delle portate formative e con *TR*>10 anni	0		
B	Alterazioni significative (>10%) delle portate con *TR*>10 anni	3		
C	Alterazioni significative (>10%) delle portate formative	6		

A4	**Opere di alterazione delle portate solide**			
A	Assenza di qualsiasi tipo di opera di alterazione del flusso di sedimento/legname	0		
B	*Alvei a pendenza ≤1%*: presenza briglie, traverse, casse in linea ≤1 ogni 1000 m *Alvei a pendenza >1%*: briglie di consolidamento ≤1 ogni 200 m e/o briglie aperte	4		
C	*Alvei a pendenza ≤1%*: presenza briglie, traverse, casse in linea >1 ogni 1000 m *Alvei a pendenza >1%*: briglie consolidamento >1 ogni 200 m e/o briglie trattenuta a corpo pieno oppure presenza di diga e/o invaso artificiale all'estremità a valle del tratto (*qualunque pendenza*)	6		
	Nel caso la densità di opere trasversali, incluse soglie e rampe (vedi A9), è >1 ogni d , aggiungere *dove d=100 m in alvei a pendenza >1%, o d=500 m in alvei a pendenza ≤1%*	12		

A5	**Opere di attraversamento**			
A	Assenza di opere di attraversamento	0		
B	Presenza di alcune opere di attraversamento (≤1 ogni 1000 m in media nel tratto)	2		
C	Presenza diffusa di opere di attraversamento (>1 ogni 1000 m in media nel tratto)	3		

Opere di alterazione della continuità laterale

A6	**Difese di sponda**			
A	Assenza o solo difese localizzate (≤5% lunghezza totale sponde ovvero somma di entrambe)	0		
B	Presenza di difese per ≤33% lunghezza totale sponde (ovvero somma di entrambe)	3		
C	Presenza di difese per >33% lunghezza totale sponde (ovvero somma di entrambe)	6		
	Nel caso di difese di sponda per quasi tutto il tratto (>80%), aggiungere	12		

Opere di alterazione della morfologia dell'alveo e/o del substrato

A9	**Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato**			
A	Assenza soglie o rampe e rivestimenti assenti o localizzati (≤5% tratto)	0		
B	Presenza soglie o rampe (≤1 ogni *d*) e/o rivestimenti ≤25% permeabili e/o ≤15% imperm.	3		
C1	Presenza soglie o rampe (>1 ogni *d*) e/o rivestimenti ≤50% permeabili e/o ≤33% imperm.	6		
C2	Presenza di rivestimenti >50% permeabili e/o >33% impermeabili	8		
	dove d=200 m in alvei a pendenza >1%, o d=1000 m in alvei a pendenza ≤1%			
	Nel caso di rivestimenti del fondo (permeabili e/o impermeabili) per quasi tutto il tratto (>80%), aggiungere	12		

Interventi di manutenzione e prelievo

A10	Rimozione di sedimenti		
A	Assenza di interventi di rimozione di sedimenti almeno negli ultimi 20 anni	0	
B	Rimozioni localizzate negli ultimi 20 anni	3	
C	Rimozioni diffuse negli ultimi 20 anni	6	

Non si applica nel caso di alveo con fondo in roccia

A11	Rimozione di materiale legnoso		
A	Assenza di interventi di rimozione di materiale legnoso almeno negli ultimi 20 anni	0	
B	Rimozione parziale negli ultimi 20 anni	2	
C	Rimozione totale negli ultimi 20 anni	5	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

A12	Taglio della vegetazione in fascia perifluviale		
A	Vegetazione arborea sicuramente non soggetta ad interventi negli ultimi 20 anni	0	
B	Taglio selettivo nel tratto e/o raso su ≤50% del tratto negli ultimi 20 anni	2	
C	Taglio raso su >50% del tratto negli ultimi 20 anni	5	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

VARIAZIONI MORFOLOGICHE

V1	Variazioni della configurazione morfologica *(si applica solo ad alvei con larghezza>30 m)*		parz.	prog.	conf.
A	Assenza di variazioni di configurazione morfologica rispetto ad anni '50	0			
B	Variazioni di configurazione morfologica rispetto ad anni '50	3			

V2	Variazioni di larghezza *(si applica solo ad alvei con larghezza>30 m)*		
A	Variazioni di larghezza nulle o limitate (≤15%) rispetto ad anni '50	0	
B	Variazioni di larghezza >15% rispetto ad anni '50	3	

V3	Variazioni altimetriche *(si applica solo ad alvei con larghezza>30 m)*		
A	Variazioni della quota del fondo trascurabili (fino 0.5 m)	0	
B	Variazioni della quota del fondo limitate o moderate (≤ 3 m)	4	
C	Variazioni della quota del fondo intense (> 3 m)	8	

Non si valuta nel caso di assoluta mancanza di dati, informazioni ed evidenze sul terreno

Indicatori nella scheda di valutazione IQM per alvei semi-confinati e non confinati

FUNZIONALITA' GEOMORFOLOGICA

Continuità

		parz.	prog.	conf.
F1	**Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso**			
A	Assenza di alterazioni della continuità di sedimenti e materiale legnoso	0		
B	Lieve alterazione (ostacoli nel flusso ma non intercettazione)	3		
C	Forte alterazione (forte discontinuità di forme per intercettazione)	5		

F2	**Presenza di piana inondabile**			
A	Presenza di piana inondabile continua (>66% tratto) ed ampia	0		
B	Presenza di piana inondabile discontinua (10 - 66%) di qualunque ampiezza o >66% ma stretta	3		
C	Assenza o presenza trascurabile (≤10% di qualunque ampiezza)	5		

Non si valuta nel caso di alvei in ambito montano lungo conoidi a forte pendenza (>3%)

parz.: punteggi parziali (cerchiare) *prog.*: punteggi progressivi *livello confidenza tra A e B*
conf.: livello di confidenza nella risposta, con *M*=Medio, *B*=Basso (*Alto viene omesso*) *livello confidenza tra B e C*

F4	**Processi di arretramento delle sponde**			
A	Presenza di frequenti sponde in arretramento soprattutto sul lato esterno delle curve	0		
B	Sponde in arretramento poco frequenti in quanto impedite da opere e/o scarsa dinamica alveo	2		
C	Completa assenza oppure presenza diffusa di sponde instabili per movimenti di massa	3		

Non si valuta in caso di alvei rettilinei, sinuosi o anabranching a bassa energia (bassa pianura, basse pendenze e/o basso trasporto solido al fondo) e nel caso di corsi d'acqua di risorgiva

F5	**Presenza di una fascia potenzialmente erodibile**			
A	Presenza fascia potenzialmente erodibile ampia e per >66% tratto	0		
B	Presenza fascia erodibile ristretta o ampia ma per 33-66% tratto	2		
C	Presenza fascia potenzialmente erodibile di qualunque ampiezza per ≤33% tratto	3		

Morfologia

Configurazione morfologica

F7	**Forme e processi tipici della configurazione morfologica**			
A	Assenza (≤5%) di alterazioni della naturale eterogeneità di forme attesa per la tipologia fluviale	0		
B	Alterazioni per porzione limitata del tratto (≤33%)	3		
C	Consistenti alterazioni per porzione significativa del tratto (>33%)	5		

F8	**Presenza di forme tipiche di pianura**			
A	Presenti forme di pianura attuali (laghi meandro abbandonato, canali secondari, ecc.)	0		
B	Presenti tracce forme pianura non attuali (abbandonate dopo anni '50) ma riattivabili	2		
C	Completa assenza di forme di pianura attuali o riattivabili	3		

Si valuta solo per fiumi meandriformi (oggi e/o in passato), escluso il caso di corsi d'acqua di risorgiva

Configurazione sezione

F9	**Variabilità della sezione**			
A	Assenza o presenza localizzata (≤5% tratto) di alterazioni naturale eterogeneità della sezione	0		
B	Presenza di alterazioni (omogeneità sezione) per porzione limitata del tratto (≤33%)	3		
C	Presenza di alterazioni (omogeneità sezione) per porzione significativa del tratto (>33%)	5		

Non si valuta in caso di alvei rettilinei, sinuosi, meandriformi o anabranching per loro natura privi di barre (bassa pianura, basse pendenze e/o basso trasporto al fondo) e nel caso di corsi d'acqua di risorgiva (naturale omogeneità di sezione)

Struttura e substrato alveo

F10	**Struttura del substrato**			
A	Naturale eterogeneità sedimenti e *clogging* poco significativo	0		
B	Corazzamento o *clogging* accentuato in varie porzioni del sito	2		
C1	Corazzamento o *clogging* accentuato e diffuso (>90%) e/o affioramento occasionale substrato	5		
C2	Affioramento diffuso del substrato per incisione o rivestimento fondo (>33% tratto)	6		

Non si valuta nel caso di fondo sabbioso, nonché di corso d'acqua profondo per il quale non è possibile osservare il fondo

F11	**Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni**			
A	Presenza significativa di materiale legnoso	0		
C	Presenza molto limitata o assenza di materiale legnoso	3		

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

Vegetazione fascia perifluviale

F12	Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale		
A	Ampiezza di formazioni funzionali elevata	0	
B	Ampiezza di formazioni funzionali intermedia	2	
C	Ampiezza di formazioni funzionali limitata	3	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

F13	Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde		
A	Estensione lineare formazioni funzionali >90% lunghezza massima disponibile	0	
B	Estensione lineare formazioni funzionali 33-90% lunghezza massima disponibile	3	
C	Estensione lineare formazioni funzionali ≤33% lunghezza massima disponibile	5	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

ARTIFICIALITA'

Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte

A1	Opere di alterazione delle portate liquide	parz.	prog.	conf.
A	Alterazioni nulle o poco significative (≤10%) delle portate formative e con *TR*>10 anni	0		
B	Alterazioni significative (>10%) delle portate con *TR*>10 anni	3		
C	Alterazioni significative (>10%) delle portate formative	6		

A2	Opere di alterazione delle portate solide		
A	Assenza di opere di alterazione del flusso di sedimenti o presenza trascurabile (dighe con area sottesa <5% e/o altre opere trasversali con area sottesa <33%)	0	
B1	Presenza di dighe (area sottesa 5-33%) e/o opere con totale intercettazione (area 33-66%) e/o opere con intercettazione parziale/nulla (area >33% *pianura/collina* o >66% *ambito montano*)	3	
B2	Presenza di dighe (area sottesa 33-66%) e/o opere con totale intercettazione (area sottesa >66% o all'estremità a monte del tratto)	6	
C1	Presenza di dighe (area sottesa >66%)	9	
C2	Presenza di diga all'estremità a monte del tratto	12	

Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto

A3	Opere di alterazione delle portate liquide		
A	Alterazioni nulle o poco significative (≤10%) delle portate formative e con *TR*>10 anni	0	
B	Alterazioni significative (>10%) delle portate con *TR*>10 anni	3	
C	Alterazioni significative (>10%) delle portate formative	6	

A4	Opere di alterazione delle portate solide		
A	Assenza di qualsiasi tipo di opera di alterazione del flusso di sedimento/legname	0	
B	*Alvei a pendenza ≤1%*: presenza briglie, traverse, casse in linea ≤1 ogni 1000 m *Alvei a pendenza >1%*: briglie di consolidamento ≤1 ogni 200 m e/o briglie aperte	4	
C	*Alvei a pendenza ≤1%*: presenza briglie, traverse, casse in linea >1 ogni 1000 m *Alvei a pendenza >1%*: briglie consolidamento >1 ogni 200 m e/o briglie trattenuta a corpo pieno oppure presenza di diga e/o invaso artificiale all'estremità a valle del tratto (*qualunque pendenza*)	6	
	Nel caso la densità di opere trasversali, incluse soglie e rampe (vedi A9), è >1 ogni d , aggiungere dove d=100 m in alvei a pendenza >1%, o d=500 m in alvei a pendenza ≤1%	12	

A5	Opere di attraversamento		
A	Assenza di opere di attraversamento	0	
B	Presenza di alcune opere di attraversamento (≤1 ogni 1000 m in media nel tratto)	2	
C	Presenza diffusa di opere di attraversamento (>1 ogni 1000 m in media nel tratto)	3	

Opere di alterazione della continuità laterale

A6	Difese di sponda		
A	Assenza o solo difese localizzate (≤5% lunghezza totale sponde ovvero somma di entrambe)	0	
B	Presenza di difese per ≤33% lunghezza totale sponde (ovvero somma di entrambe)	3	
C	Presenza di difese per >33% lunghezza totale sponde (ovvero somma di entrambe)	6	
	Nel caso di difese di sponda per quasi tutto il tratto (>80%), aggiungere	12	

A7	Arginature		
A	Argini assenti o distanti oppure presenza argini vicini o a contatto ≤10% lunghezza sponde	0	
B	Argini a contatto ≤50%, oppure ≤33% con totale vicini e a contatto >90%	3	
C	Argini a contatto >50%, oppure >33% con totale vicini e a contatto >90%	6	
	Nel caso di argini a contatto per quasi tutto il tratto (>80%), aggiungere	12	

Opere di alterazione della morfologia dell'alveo e/o del substrato

A8	Variazioni artificiali di tracciato		
A	Assenza di variazioni artificiali di tracciato note in passato (tagli meandri, spostamenti alveo, ecc.)	0	
B	Presenza di variazioni di tracciato per ≤10% lunghezza tratto	2	
C	Presenza di variazioni di tracciato per >10% lunghezza tratto	3	

A9	Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato		
A	Assenza soglie o rampe e rivestimenti assenti o localizzati (≤5% tratto)	0	
B	Presenza soglie o rampe (≤1 ogni *d*) e/o rivestimenti ≤25% permeabili e/o ≤15% imperm.	3	
C1	Presenza soglie o rampe (>1 ogni *d*) e/o rivestimenti ≤50% permeabili e/o ≤33% imperm.	6	
C2	Presenza di rivestimenti >50% permeabili e/o >33% impermeabili	8	
	dove d=200 m in alvei a pendenza >1%, o d=1000 m in alvei a pendenza ≤1%		
	Nel caso di rivestimenti del fondo (permeabili e/o impermeabili) per quasi tutto il tratto (>80%), aggiungere	12	

Interventi di manutenzione e prelievo

A10	Rimozione di sedimenti		
A	Assenza di significativa attività di rimozione recente (ultimi 20 anni) e in passato (da anni '50)	0	
B	Moderata attività in passato ma assente di recente (ultimi 20 anni), oppure assente in passato ma presente di recente	3	
C	Intensa attività in passato oppure moderata in passato e presente di recente	6	

A11	Rimozione di materiale legnoso		
A	Assenza di interventi di rimozione di materiale legnoso almeno negli ultimi 20 anni	0	
B	Rimozione parziale negli ultimi 20 anni	2	
C	Rimozione totale negli ultimi 20 anni	5	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

A12	Taglio della vegetazione in fascia perifluviale		
A	Vegetazione arborea sicuramente non soggetta ad interventi negli ultimi 20 anni	0	
B	Taglio selettivo nel tratto e/o raso su ≤50% del tratto negli ultimi 20 anni	2	
C	Taglio raso su >50% del tratto negli ultimi 20 anni	5	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

VARIAZIONI MORFOLOGICHE			parz.	prog.	conf.
V1	Variazioni della configurazione morfologica	*(si applica solo ad alvei con larghezza>30 m)*			
A	Assenza di variazioni di configurazione morfologica rispetto ad anni '50		0		
B	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie contigue rispetto ad anni '50		3		
C	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie non contigue rispetto ad anni '50		6		

V2	Variazioni di larghezza	*(si applica solo ad alvei con larghezza>30 m)*		
A	Variazioni di larghezza nulle o limitate (≤15%) rispetto ad anni '50		0	
B	Variazioni di larghezza moderate (15-35%) rispetto ad anni '50		3	
C	Variazioni di larghezza intense (>35%) rispetto ad anni '50		6	

V3	Variazioni altimetriche	*(si applica solo ad alvei con larghezza>30 m)*		
A	Variazioni della quota del fondo trascurabili (fino 0.5 m)		0	
B	Variazioni della quota del fondo limitate o moderate (≤ 3 m)		4	
C1	Variazioni della quota del fondo intense (> 3 m)		8	
C2	Variazioni della quota del fondo molto intense (> 6 m)		12	

Non si valuta nel caso di assoluta mancanza di dati, informazioni ed evidenze sul terreno

Descrizione dettagliata degli indicatori

F1: Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso

Si valuta se la naturale continuità longitudinale delle portate solide è attualmente alterata da opere antropiche che vanno ad intercettare o ad ostacolare il libero flusso di sedimenti e/o materiale legnoso (non vengono considerate discontinuità dovute a fattori naturali, quali affioramenti rocciosi, laghi naturali di sbarramento da frana, ecc.).

Attraverso tale indicatore si valutano gli effetti (impatti) di eventuali opere presenti, e non la loro presenza (ciò viene valutato nell'artificialità). La valutazione non dipende dal numero di alterazioni presenti: può essere presente un'unica opera che induce un'alterazione significativa nel flusso

longitudinale verso il tratto a valle, o viceversa possono essere presenti numerose opere ma che non inducono significativi disturbi.

Le opere che possono avere maggiori effetti sulla continuità longitudinale del flusso di sedimenti e di materiale legnoso sono le opere trasversali, quali briglie e dighe. Nel caso di presenza di un'opera trasversale all'estremità a monte del tratto, questa convenzionalmente viene assegnata al tratto a monte (si vedano gli indicatori di artificialità), ma i relativi effetti sulla continuità longitudinale vengono attribuiti al tratto a valle. Attraverso questo indicatore si valuta la continuità longitudinale nel tratto, compreso quindi il caso di un'alterazione dovuta ad un'opera posta all'estremità a monte ed escludendo invece il caso di un'opera posta all'estremità a valle (i cui effetti vengono valutati per il tratto immediatamente a valle). Altre opere che possono avere effetti sulla continuità longitudinale sono le opere di attraversamento (ponti, guadi) nonché, in alcuni casi, i pennelli. Questi ultimi possono infatti alterare le normali condizioni di flusso di sedimenti attraverso un restringimento della sezione.

La valutazione viene fatta in primo luogo sulla base di immagini telerilevate, dalle quali è possibile verificare con immediatezza se le eventuali opere presenti inducono una chiara differenziazione nella presenza ed estensione delle forme deposizionali a monte ed a valle. Nella fase di rilevamento sul terreno è opportuno un sopralluogo sui punti di possibile discontinuità (almeno quelli principali e quelli presenti nel sito di controllo) per accertare meglio gli impatti (ad esempio osservare se dall'opera non transitano tronchi o sedimenti a partire da una certa dimensione, ecc.).

F2: Presenza di piana inondabile

Un corso d'acqua alluvionale in equilibrio dinamico costruisce per sua natura un'area morfologicamente pianeggiante, soggetta ad inondazioni a partire da eventi di piena con un tempo di ritorno compreso tra 1 e 3 anni, la quale viene definita piana inondabile. La presenza di una piana inondabile caratterizzata da una tale frequenza di inondazione favorisce l'esplicarsi di importanti funzioni: morfologiche (laminazione delle portate di piena e conseguente parziale dissipazione dell'energia della corrente, sedimentazione laterale dei sedimenti più fini), idrogeologiche (ricarica delle falde) ed ecologiche (pulsazione delle piene, mantenimento di habitat ripariali attraverso

periodica sommersione, ecc.). Tali funzioni di continuità laterale dei flussi liquidi e solidi possono essere alterate per vari motivi, principalmente: (a) realizzazione di arginature e difese di sponda; (b) incisione dell'alveo.

La presenza, estensione e continuità di una superficie morfologica naturale con le caratteristiche di una pianura inondabile (frequenza di inondazione elevata) è qui considerata come un indicatore della funzionalità dei processi di continuità laterale dei flussi liquidi e solidi.

Essendo la piana inondabile un elemento morfologico tipico degli alvei alluvionali semi- e non confinati, tale indicatore non viene adottato per i corsi d'acqua confinati. Ciò non esclude la presenza di porzioni di piana inondabile per i corsi d'acqua confinati che abbiano un indice di confinamento superiore ad 1, tuttavia essa risulterebbe di difficile riconoscimento e poco significativa ai fini di questo aspetto funzionale. Inoltre, tale indicatore non si applica al caso di alvei in ambito montano lungo conoidi (quindi tratti non confinati) a forte pendenza (> 3%), dove la piana inondabile anche in condizioni naturali presenta caratteristiche alquanto peculiari e di difficile interpretazione.

F3: Connessione tra versanti e corso d'acqua

Con questo indicatore viene valutato il grado di collegamento tra versanti e corridoio fluviale, ovvero l'insieme di alveo e pianura alluvionale, il quale riveste una grande importanza per i naturali processi di immissione di sedimento e materiale legnoso in alvei confinati, ad opera di processi di erosione superficiale, instabilità del terreno (processi gravitativi), valanghe e schianti arborei. Gli alvei confinati presentano spesso lembi di pianura (piana inondabile o terrazzi recenti) piuttosto limitati e discontinui, per cui tale indicatore nella maggior parte dei casi quantifica il collegamento tra versanti ed alveo. Tuttavia, visto che naturalmente i depositi di versante (sia sedimento che legno) possono rimanere "immagazzinati" per un certo periodo di tempo su queste porzioni di pianura prima di venir inglobati nel flusso, è corretto far riferimento al collegamento tra versanti e intero corridoio fluviale piuttosto che tra versanti ed il solo alveo. Non si deve valutare se l'eventuale pianura presente sia o meno ancora attivabile (erodibile) dal corso d'acqua. Interventi antropici di difesa (ad es., reti paramassi, valli di trattenuta) ed infrastrutture (strade, ferrovie) spesso interrompono tale continuità trasversale versante-fiume, e tale domanda si propone di valutare quanto (in senso longitudinale) i

naturali processi di immissione da versante siano stati alterati da queste infrastrutture. La presenza di difese di sponda determina un'interruzione di questi processi di trasporto dai versanti soltanto quando queste opere siano caratterizzate a tergo da una fascia rimodellata di versante a pendenza ridotta capace di bloccare sedimento e legno proveniente da monte.

L'indicatore F3 viene valutato solo per gli alvei confinati, essendo la connessione tra processi di versante e reticolo idrografico fondamentale soprattutto per tali corsi d'acqua.

Per ragioni di semplicità, la porzione di versante analizzata in questa domanda è solamente la fascia immediatamente esterna al corridoio fluviale (e quindi a contatto direttamente con l'alveo oppure con la pianura nel caso questa sia presente) avente una larghezza di 50 m in pianta, per ognuno dei due lati (a partire dalla base dei versanti destro e sinistro). Tale larghezza viene valutata come proiezione orizzontale per ragioni di semplicità, pur essendo evidente come versanti a diversa pendenza avranno una larghezza inclinata diversa (che è quella realmente rilevante). Nel caso di versanti sub-verticali, l'utilizzo dei 50 m orizzontali potrebbe portare a valutazioni sostanzialmente erronee, e quindi l'operatore in questi casi dovrebbe avere l'accortezza di rispondere tenendo conto della forte acclività delle fasce esterne al corridoio fluviale. Nel caso di tratti confinati da conoidi o terrazzi antichi, è possibile che naturalmente la fascia di "versante" (in questo caso non in roccia ma in materiale sciolto) sia inferiore ai 50 m, mentre ci siano porzioni sub-orizzontali (ad es. sommità dei terrazzi). In questi casi chiaramente non si deve penalizzare tale larghezza ridotta, utilizzando il valore massimo naturale come riferimento al posto dei 50 m.

Questa fascia può essere automaticamente definita in ambiente GIS, una volta delimitato il corridoio fluviale. Tuttavia, potrebbe risultare difficile l'individuazione di opere di difesa all'interno di aree a bosco, per cui il controllo sul terreno riveste una certa importanza.

L'operatore dovrà determinare la lunghezza percentuale di versante complessiva lungo le due sponde (rispetto alla lunghezza totale delle stesse) "intercettata" da strutture ed infrastrutture.

F4: Processi di arretramento delle sponde

L'arretramento delle sponde è un meccanismo alla base della naturale funzionalità morfologica del corso d'acqua, favorendone la ricarica (quindi la continuità longitudinale) di sedimenti, l'evoluzione morfologica naturale, la costruzione della piana inondabile e degli habitat ripariali. L'assenza di tali processi inibisce fortemente la dinamica naturale dell'alveo. In corsi d'acqua non alterati è lecito aspettarsi la presenza di un certo numero di sponde in erosione, in genere localizzate in posizioni particolari (ad es., in un tratto meandriforme è da attendersi che almeno una parte delle sponde esterne nelle curve sia in erosione). Tuttavia, in alcuni casi la presenza eccessiva di erosioni di sponda, soprattutto quando legata ad instabilità diffusa per movimenti di massa, può essere un sintomo di un tratto fluviale destabilizzato dall'incisione del fondo. L'indicatore F4 si propone quindi di valutare se la presenza di processi di arretramento di sponda è quella attesa o se si registra un evidente scostamento (alterazione) rispetto alle condizioni normali.

Tale tipologia di processi è tipica dei tratti semi- e non confinati del sistema fluviale (tratti pedemontani e di pianura), pertanto l'indicatore non viene utilizzato nel caso di corsi d'acqua confinati per i quali, in genere, le sponde sono a diretto contatto con i versanti e l'alimentazione di sedimenti è realizzata dai processi di versante (si veda l'indicatore precedente). Inoltre, per i tratti di pianura costiera e per i corsi d'acqua di risorgiva caratterizzati da bassa energia e trasporto solido al fondo molto limitato, l'assenza di erosione delle sponde non è da considerare un'alterazione.

Non è possibile quantificare il numero o la lunghezza delle sponde in erosione attese, trattandosi di aspetti che dipendono da vari fattori ed in primo luogo dalla morfologia d'alveo, e per questo l'indicatore richiede una certa interpretazione.

Un primo riconoscimento dei tratti di sponda in arretramento viene effettuato a partire dall'analisi delle immagini telerilevate (in genere tali fenomeni sono ben riconoscibili). Le sponde che vengono analizzate si identificano con le linee che delimitano l'alveo. Successivamente, nel corso del rilievo sul terreno, viene confermata o meno la presenza e frequenza dei tratti di sponda in arretramento attraverso osservazione diretta nel sito di controllo ed eventualmente in altri punti di controllo.

Vengono esclusi dalla valutazione i sottotratti in cui il corso d'acqua entra a diretto contatto con un versante.

F5: Presenza di una fascia potenzialmente erodibile

Questo indicatore riguarda la potenzialità che ha un corso d'acqua di muoversi lateralmente nei prossimi decenni (a differenza del precedente indicatore che riguarda la presenza attuale di processi di erosione). I corsi d'acqua di pianura semi- e non confinati, per loro natura si muovono lateralmente nel tempo: se tale processo è impedito o inibito dalla presenza di opere di fissazione o da elementi artificiali che richiederebbero una protezione, il corso d'acqua si discosta dalle sue condizioni di funzionalità naturale.

Essendo la mobilità laterale una caratteristica tipica dei corsi d'acqua semi- e non confinati, tale indicatore non viene applicato ai confinati.

La valutazione non richiede la delimitazione della "fascia potenzialmente erodibile" (operazione che necessiterebbe di molti dati ed esula dagli scopi della valutazione) quanto piuttosto l'accertamento della presenza di elementi antropici che impedirebbero la potenziale mobilità laterale del corso d'acqua. Gli elementi che delimitano la fascia potenzialmente erodibile possono essere: difese di sponda (le quali impediscono l'erosione di sponda), argini o qualunque elemento antropico importante (infrastrutture, abitazioni, ecc.) che, nel caso di avvicinamento dell'alveo, verrebbe certamente protetto (sono invece esclusi elementi quali strade sterrate di importanza secondaria, campi coltivati o altri elementi antropici che presumibilmente non verrebbero difesi). Nel caso di pennelli (o altre difese di sponda) realizzati in passato e che ora non sono più a contatto con l'alveo (ovvero sono esterni alle linee che delimitano l'alveo), essi vanno considerati come una limitazione alla potenziale mobilità laterale del corso d'acqua (mentre non vanno considerati come difese di sponda attuali nell'indicatore A6).

Per tale indicatore è in genere sufficiente l'analisi di immagini telerilevate, attraverso le quali si identificano agevolmente gli elementi antropici di interesse.

Per la definizione dell'ampiezza della fascia potenzialmente erodibile necessaria per l'attribuzione alla classe A si seguono le stesse regole utilizzate per l'indicatore F2 (Presenza di piana inondabile) (così come le procedure di misura in GIS sono del tutto analoghe): la larghezza complessiva di fascia potenzialmente erodibile (può essere presente anche da un solo lato), per l'attribuzione alla classe A, deve essere almeno pari ad *nLa*, dove *La* è la larghezza dell'alveo, *n* = 2 per alvei a canale singolo (compresi i sinuosi a barre alternate) o anabranching, mentre *n* = 1 per alvei a canali intrecciati o wandering. Nel caso di alvei anabranching, si considera la continuità lungo ogni singolo canale e si esprime in percentuale rispetto alla somma totale delle lunghezze dei canali e, per quanto riguarda l'ampiezza, vanno incluse anche le isole (qualora siano erodibili). Nel caso di alvei semiconfinati per i quali la fascia potenzialmente erodibile occupa tutto lo spazio disponibile (ovvero tutta la pianura corrisponde a fascia erodibile), al tratto si attribuisce la classe A anche se la larghezza è inferiore ad *nLa*.

F6: Morfologia del fondo e pendenza della valle

L'indicatore F6 viene applicato solo ai confinati a canale singolo alluvionali (per i quali si classifica la configurazione del fondo) mentre per i confinati a canali multipli o wandering esso è sostituito dall'indicatore F7.

L'operatore dovrà determinare la pendenza media della valle lungo il tratto analizzato (in base al profilo longitudinale ricostruito da carte topografiche e già utilizzato in fase di suddivisione in tratti) e quindi determinare la morfologia di fondo attesa. Le variazioni di morfologia di fondo più tipiche associate alle sistemazioni idrauliche in alvei confinati risultano essere su alvei originariamente a gradinata (quindi a forte pendenza) in cui sia stata costruita una serie di briglie di consolidamento proprio al fine di ridurre la pendenza energetica efficace per il trasporto di fondo.

Per quanto riguarda la pendenza media della valle lungo il tratto, in linea generale essa risulta semplicemente dal rapporto tra dislivello complessivo e lunghezza del tratto. Nel caso di tratti molto lunghi in cui la pendenza varia considerevolmente, è opportuno valutare la corrispondenza con la morfologia del fondo ad una scala spaziale minore, ovvero valutando la pendenza media in corrispondenza del sottotratto sistemato con opere trasversali.

F7: Forme e processi tipici della configurazione morfologica

Negli alvei semi- e non confinati, la distinzione in diverse tipologie morfologiche si basa sulla loro configurazione planimetrica e/o sulla presenza di determinate forme caratteristiche all'interno dell'alveo (barre, canali, isole). Tuttavia in molti casi il corso d'acqua può essere stato artificializzato pur mantenendo la sua forma planimetrica originaria (ad esempio un meandriforme fissato artificialmente) e non presenta più i processi e le forme all'interno dell'alveo che ne caratterizzano la sua configurazione morfologica, oppure essere interessato da opere ed interventi antropici che ne hanno localmente alterato le forme tipiche che si riscontrano a scala di tratto. Questo indicatore mira quindi a valutare se le forme ed i processi tipici della configurazione morfologica alla quale appartiene il tratto sono attivi o sono in parte alterati da impatti antropici. Vengono presi in esame in particolar modo gli aspetti morfologici planimetrici che concorrono alla definizione del pattern morfologico del tratto (mentre per gli aspetti alla scala della sezione trasversale si rimanda al successivo indicatore F9). Infatti le caratteristiche che determinano la classificazione della morfologia del tratto possono essere assenti per una parte del tratto.

Si tratta di un indicatore applicabile a corsi d'acqua semi- e non confinati e a corsi d'acqua confinati a canali intrecciati o wandering (per i confinati a canale singolo si applica invece l'indicatore F6). Le osservazioni vanno condotte attraverso immagini telerilevate (a scala di tratto), integrate da osservazioni sul terreno (a scala di sito).

F8: Presenza di forme tipiche di pianura

Nel caso di corsi d'acqua a canale singolo meandriformi (o originariamente tali) in condizioni non alterate, risulta normale la presenza di alcune forme tipiche della pianura (in particolar modo meandri abbandonati più o meno connessi idrologicamente all'alveo, relativi laghi, canali secondari, ecc.). Esse svolgono importanti funzioni ecologiche (creazione di habitat umidi) oltre che geomorfologicoidrauliche. L'assenza di tali forme è da valutare come un certo grado di alterazione della normale funzionalità del corso d'acqua.

Tale indicatore è applicabile solo ad alvei meandriformi, anche nel caso in cui il corso d'acqua era meandriforme in passato ma attualmente non lo è (ad es., a causa di rettifiche). Non viene invece

valutato nel caso di alvei mai stati meandriformi (a canali intrecciati o wandering né tantomeno per corsi d'acqua confinati). Vengono esclusi anche i casi di corsi d'acqua di risorgiva, seppure meandriformi, per i quali l'assenza di tali forme non è necessariamente da considerare un'alterazione, data la loro dinamica planimetrica in genere estremamente ridotta. L'analisi di immagini telerilevate è sufficiente per individuare tali forme, quindi non sono richiesti controlli sul terreno.

In classe A si includono forme create dal corso d'acqua nelle attuali condizioni di regime, quindi connesse altimetricamente con l'alveo attuale (ossia non disconnesse a causa di incisione verificatasi successivamente alla loro formazione). In classe B si includono invece quelle forme che non sono esattamente attuali ma sono potenzialmente riattivabili attraverso interventi artificiali, o anche a seguito di un recupero morfologico del corso d'acqua. A tal fine, si fa riferimento agli anni '50 (coerentemente con l'analisi delle variazioni planimetriche: si vedano gli indicatori V1 e V2), ovvero si considerano eventuali tracce di forme fluviali che sono state abbandonate a partire da quegli anni, mentre non si prendono in considerazione forme abbandonate in epoche precedenti. Un esempio è quello di un meandro presente negli anni '50, poi abbandonato e disconnesso dall'alveo attuale a causa di incisione del fondo verificatasi nel corso degli ultimi decenni, ma che potrebbe essere riconnesso al corso d'acqua attraverso interventi di scavo, oppure per innalzamento del fondo del corso d'acqua principale. Non sono invece da intendersi incluse in questa categoria le porzioni di alveo abbandonate per restringimento dell'alveo. Si noti che non viene considerata la frequenza o estensione areale di tali forme: è ad esempio sufficiente la presenza di una forma attuale o riattivabile per l'attribuzione alla classe A.

F9: Variabilità della sezione

Un corso d'acqua presenta per sua natura una certa variabilità morfologica nella configurazione della sezione, sia in termini di larghezza che di profondità, riflettendo la naturale diversità di forme e superfici geomorfologiche (canale o canali, barre, isole, ecc.) all'interno dell'alveo. Tale variabilità morfologica è una naturale conseguenza dei normali processi geomorfologico-idraulici e riveste particolare importanza per la diversificazione di habitat. Un'eccessiva omogeneità di forma della

sezione è quasi sempre sintomo di alterazioni (eccetto ad esempio nel caso di tratti a bassa energia che, per loro natura, possono essere privi di diversità di forme, come verrà meglio illustrato di seguito). Tali alterazioni possono essere legate non solo alla presenza di elementi antropici visibili, ma anche ad interventi che ne hanno modificato la forma (rimodellazione sezione, riprofilatura sponde, ecc.) o di aggiustamenti morfologici (ad esempio tratti incisi e privi di sedimenti) a loro volta legati ad alterazioni sistemiche del rapporto tra portate solide e capacità di trasporto. Attraverso l'indicatore F9 si valuta pertanto questo tipo di alterazione.

L'indicatore si applica sia al caso di alvei confinati che semi- e non confinati.

Nel caso di alvei confinati, la variabilità della larghezza in condizioni naturali può essere più limitata (essendo spesso l'alveo a contatto con versanti) mentre si enfatizza maggiormente la variabilità di profondità e di condizioni idrodinamiche (zone di separazione della corrente). Le osservazioni vanno condotte esclusivamente sul terreno lungo il sito rappresentativo.

Nel caso di alvei semi- e non confinati, oltre alla variabilità di profondità in sezione legata alla presenza di forme e superfici diversificate, la variabilità di larghezza in senso longitudinale è in genere più marcata (tanto più quanto maggiore è la presenza di barre). L'indicatore non viene valutato invece nel caso di corsi d'acqua caratterizzati da morfologie rettilinee, sinuose o meandriformi per loro natura prive di barre (bassa pianura, basse pendenze e/o basso trasporto al fondo) e per i corsi d'acqua di risorgiva, per le quali una certa omogeneità della sezione è naturale. Le osservazioni vanno condotte sia mediante l'analisi di immagini telerilevate che sul terreno.

F10: Struttura del substrato

Un corso d'acqua presenta, in condizioni inalterate, una naturale eterogeneità nelle dimensioni granulometriche e nelle caratteristiche strutturali - tessiturali dei sedimenti presenti sul letto (sia sul fondo che sulle barre), eccetto che in alcuni casi (alvei confinati in roccia, oppure alvei con sedimenti fini). La struttura ed eterogeneità del substrato è una caratteristica che condiziona la funzionalità dei processi di trasporto solido al fondo e di resistenza al moto, nonché di importanza fondamentale per gli habitat acquatici. Tale struttura può essere alterata a causa della presenza di alcuni fattori principalmente antropici o come conseguenza di processi di aggiustamento morfologico (incisione,

sedimentazione) a loro volta legati a cause antropiche. Questo indicatore intende pertanto valutare la presenza delle alterazioni più evidenti nella struttura del substrato.

L'indicatore viene valutato sia per gli alvei confinati che per quelli semi- e non confinati, ma con alcune differenze.

Nel caso di alvei confinati, si valuta solo per quelli a fondo mobile (gli alvei con fondo in roccia presentano sedimenti sul fondo in modo discontinuo, e quelli colluviali sono caratterizzati da dinamiche di trasporto solido alquanto peculiari), mentre sono esclusi i casi di corsi d'acqua a fondo sabbioso per i quali è normale una certa omogeneità granulometrica. Normalmente gli alvei confinati a fondo mobile presentano un'eterogeneità di dimensioni granulometriche anche molto forte, potendo comprendere massi, ciottoli, ghiaia e sabbia. Un elemento di alterazione può essere rappresentato dal cosiddetto clogging (o colmatazione), vale a dire l'occlusione degli interstizi dei sedimenti grossolani del fondo da parte di materiale fine (limo, argilla), che può essere dovuta ad un'eccessiva erosione superficiale nel bacino (legata ad esempio a variazioni di uso del suolo) o ad alterazioni del regime idrologico, spesso legate alla presenza di invasi soggetti a svasi periodici.

Un ulteriore elemento sintomo di alterazione può essere rappresentato dalla presenza di affioramenti del substrato, ossia di rocce o sedimenti giacenti al di sotto del materasso alluvionale.

Nel caso degli alvei semi- e non confinati, l'eterogeneità delle dimensioni granulometriche è anche in questi casi normale, in relazione alla diversità di unità sedimentarie presenti (barre, canale, riffle, pool) ed anche all'interno di una stessa unità. Per il clogging valgono le stesse considerazioni precedenti. Il corazzamento, vale a dire la presenza di uno strato superficiale di dimensioni significativamente maggiori rispetto a quelle del sottostrato, è un fenomeno normale nei corsi d'acqua ghiaiosi, la cui esistenza non è necessariamente attribuibile ad alterazioni antropiche ed è quindi di difficile valutazione. Per quanto riguarda la presenza di affioramenti del substrato, analogamente al caso di alvei confinati, tale elemento va valutato con attenzione, in quanto va considerato, come elemento per l'attribuzione alle classi C1 o C2, solo quando è evidentemente legato a fenomeni di incisione attribuibili a fattori antropici, vale a dire in corsi d'acqua alluvionali dove è presumibile che si sia verificato un passaggio da un fondo alluvionale ad un substrato roccioso.

L'indicatore F10 va valutato prevalentemente sul terreno.

F11: Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni

Questo indicatore mira a valutare se un tratto presenta condizioni di alterazione rispetto alla presenza attesa di materiale legnoso morto (detrito) di grandi dimensioni (LW: large wood) all'interno dell'alveo, ovvero alberi, tronchi, rami, ceppaie aventi lunghezza > 1m e diametro > 10 cm. Tale materiale legnoso svolge importanti funzioni nei confronti dei normali processi geomorfologicoidraulici ed ha numerose implicazioni in termini ecologici (diversità di habitat, input di materia organica, ecc.). È riconosciuto altresì come il materiale legnoso rappresenti spesso un fattore di pericolosità idraulica in quanto può determinare, durante eventi di piena, occlusioni di ponti e di opere idrauliche. Tuttavia, essendo il presente metodo finalizzato alla valutazione del grado di alterazione del sistema fluviale rispetto ai processi naturali di trasporto solido (sedimento e legno), l'indicatore qui descritto deve riflettere se un certo tratto si presenta o meno alterato rispetto alla "dotazione" di materiale legnoso che ci si attende date le caratteristiche morfologiche e vegetazionali del tratto stesso.

F12: Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale

Con questo indicatore si intende valutare l'ampiezza (o in maniera equivalente l'estensione areale) attuale, in relazione all'ampiezza della fascia perifluviale, cioè della pianura disponibile per la fascia di vegetazione arborea ed arbustiva, ovvero per le formazioni funzionali, includendo anche formazioni di idrofite quali canneto (in analogia al metodo IFF). Per i tratti confinati, l'ampiezza si valuta rispetto a quella dell'eventuale piana e dei versanti adiacenti (50 m in pianta dalla base del versante), sempre che i versanti non siano sub-verticali o in frana e quindi la vegetazione legnosa non sia naturalmente assente. Per i tratti semi- e non confinati, la fascia rispetto alla quale si valuta l'ampiezza è espressa in funzione della larghezza dell'alveo. Tale ampiezza è cioè valutata in relazione alla possibilità che la vegetazione svolga normalmente i suoi diversi ruoli nei confronti dei processi geomorfologici connessi alla continuità laterale (erosione, esondazione).

A differenza della domanda 3 del metodo IFF, la quale valuta l'ampiezza della vegetazione in senso assoluto secondo criteri di funzionalità ecologica, il presente protocollo intende invece tenere conto del rapporto tra la condizione attuale e lo spazio disponibile.

La valutazione dell'ampiezza viene effettuata a partire da immagini telerilevate ed è eseguita in ambiente GIS tramite la delimitazione della fascia di vegetazione arborea/arbustiva presente e della fascia di estensione massima potenziale (escludendo quindi i versanti sub-verticali in roccia), fino al limite dei 50 m in proiezione orizzontale nel caso di alvei confinati. Le misure possono essere eseguite con entrambe le modalità (per sezioni o per aree), analogamente agli indicatori F2 (piana inondabile) ed F5 (fascia potenzialmente erodibile). L'ampiezza è quella complessiva (ovvero somma sui due lati) della fascia perifluviale presente. Si noti che, nel computo dell'ampiezza delle formazioni funzionali, vanno incluse le isole vegetate eventualmente comprese in alveo, considerato anche il loro potenziale apporto in termini di materiale legnoso. Nel caso di alvei semiconfinati per i quali l'ampiezza delle formazioni funzionali è pari a tutto lo spazio disponibile (ovvero tutta la pianura), il tratto si attribuisce alla classe A anche se la larghezza è inferiore ad *nLa*.

F13: Estensione lineare delle formazioni funzionali lungo le sponde

Si intende qui valutare lo sviluppo longitudinale della fascia di vegetazione funzionale (arborea, arbustiva ed a idrofite) esterna all'alveo, a prescindere dalla sua estensione areale. Si fa riferimento alla vegetazione presente nelle zone perifluviali, quindi in questo caso (a differenza dell'ampiezza delle formazioni funzionali), non vanno considerate le isole in quanto interne all'alveo. Per le loro caratteristiche di bassa densità, i filari di alberi piantati a scopo ornamentale non vengono considerati pienamente funzionali e vengono assimilati a piantagioni industriali (vedi sopra). Anche in questo caso come per l'indicatore precedente, si dovrà far riferimento al rapporto tra la condizione attuale e quella massima disponibile.

La valutazione dell'estensione lineare verrà effettuata per mezzo di immagini telerilevate ed utilizzerà la stessa delimitazione in ambiente GIS della vegetazione arborea/arbustiva connessa all'alveo eseguita per l'indicatore F12, dalla quale si determinerà la sua lunghezza a contatto con l'alveo, ovvero sulle sponde. Si dovrà poi calcolare la lunghezza potenziale di sponda dove le formazioni

funzionali possono instaurarsi (escludendo quindi le sponde in roccia). Entrambe le lunghezze si intendono relative alla somma delle due sponde. Il rapporto tra le due lunghezze così calcolate verrà utilizzato per assegnare la risposta.

Nel caso di difficoltà interpretativa delle foto aeree (alvei confinati), è necessario un controllo sul terreno a scala di sito, eventualmente esteso per identificare le sponde in roccia.

A1: Opere di alterazione delle portate liquide

Si tratta di opere (quali dighe, traverse, diversivi, scolmatori, casse di espansione) che hanno effetti notevoli sulla continuità delle portate liquide e, in parte, anche su quelle solide. Esse infatti tendono a ridurre le portate liquide a valle determinando una riduzione delle portate formative e della capacità di trasporto. Possono ascriversi a tale categoria qualsiasi opera di derivazione (anche direttamente alle sorgenti) che produca analoghi effetti riduttivi sulle portate formative.

L'individuazione delle opere presenti è possibile dal catasto opere e, con relativa semplicità, da immagini telerilevate. Interessano soltanto le opere che comportano delle variazioni di portata liquida tali da alterare significativamente i processi morfologici. Le informazioni e i dati eventualmente disponibili relativi all'entità delle variazioni di portata ed al funzionamento delle opere vanno acquisiti dagli enti preposti.

A2: Opere di alterazione delle portate solide

Con questo indicatore si prendono in considerazione le opere trasversali (dighe, briglie, traverse) presenti a monte del tratto di studio che possono indurre effetti rilevanti in termini di alterazione del trasporto solido al fondo. Non si prendono invece in considerazione opere di sistemazione idraulico-forestale realizzate sui versanti (stabilizzazione di frane, rimboschimenti, ecc.).

L'entità dell'alterazione delle portate solide sul tratto viene valutata in funzione di due aspetti: (1) tipologia di opere e loro impatto sul trasporto al fondo (grado di intercettazione in funzione anche del loro riempimento); (2) rapporto tra area sottesa dalle opere e area del sottobacino sotteso alla sezione di chiusura del tratto.

A3: Opere di alterazione delle portate liquide (diversivi, scolmatori, casse di espansione)

Questo indicatore è del tutto analogo al precedente A1, con la differenza che si riferisce alle opere presenti nel tratto. Tali opere possono includere diversivi, scolmatori, casse di espansione, sia in derivazione laterale che in linea. Nel caso di casse in linea, attraverso questo indicatore se ne valutano esclusivamente gli effetti sulle portate liquide, mentre l'alterazione delle portate solide viene considerata nel successivo indicatore A4. Le dighe sono da escludere da questo indicatore in quanto esse devono necessariamente coincidere con un limite tra due tratti.

La presenza di tali opere è facilmente riscontrabile da immagini telerilevate, mentre le informazioni necessarie per l'attribuzione ad una delle classi devono essere desunte dal catasto opere o direttamente dagli enti responsabili.

A4: Opere di alterazione delle portate solide (briglie di trattenuta, casse in linea, briglie di consolidamento, traverse, diga a valle)

Vengono considerate con questo indicatore tutte quelle opere trasversali che producono un'alterazione del normale flusso di sedimenti. Esse comprendono sia le opere di vera e propria intercettazione del trasporto solido (briglie di trattenuta) che altre opere realizzate per scopi diversi (ad es., consolidamento del fondo, derivazione o laminazione) ma che producono (o hanno prodotto fino al loro riempimento) una parziale intercettazione o anche solo un rallentamento del normale flusso di sedimenti, ad esempio per la riduzione della pendenza del fondo o la parziale chiusura della sezione.

Si tratta di opere in genere ben individuabili da immagini telerilevate, eccetto che in alvei confinati di piccole dimensioni dove in alcuni casi non sono visibili. Per questi casi il catasto opere o il rilievo sul terreno ne permetteranno l'identificazione, così come consentiranno di ricavare le informazioni necessarie per l'attribuzione alle classi (tipologia della briglia).

A5: Opere di attraversamento (ponti, guadi, tombinature)

Si tratta di opere che possono alterare localmente le condizioni idrodinamiche della corrente e pertanto possono rallentare, o anche intercettare, il trasporto di sedimento o legname. L'impatto

indotto dai ponti dipende fortemente dall'ampiezza delle luci e dalla presenza o meno di pile. Tuttavia tali elementi non sono valutati attraverso questo indicatore, ma si rimanda all'indicatore F1 dove si valuta l'effetto che l'opera può avere sulla continuità del flusso di sedimenti.

Si tratta di opere facilmente individuabili su immagini telerilevate. Maggiori difficoltà possono esistere per le tombinature, per le quali può essere necessaria un'analisi più accurata su carte topografiche e ricognizioni sul terreno. L'indicatore si basa esclusivamente sul numero di opere nel tratto e non richiede quindi informazioni aggiuntive.

A6: Difese di sponda (muri, scogliere, Ingegneria Naturalistica, pennelli)

Si analizza la presenza lungo il tratto di tutte quelle opere che contribuiscono alla protezione delle sponde dall'erosione ed influiscono quindi sulla continuità laterale in quanto limitano il naturale apporto di sedimenti e materiale legnoso proveniente normalmente dalla mobilità laterale dell'alveo. In questa categoria rientrano svariate tipologie, incluse le tecniche più moderne di Ingegneria Naturalistica (palificate, viminate, ecc.) le quali, ai fini degli impatti sulla dinamica morfologica, non presentano sostanziali differenze rispetto alle tecniche tradizionali in quanto il loro effetto è sempre quello di ridurre l'erosione.

Vengono considerate solo le opere presenti lungo le sponde attuali, all'interno o esternamente ma a stretto ridosso dell'alveo, che possono determinare un effettivo condizionamento sulla mobilità laterale nelle condizioni attuali. Non si considerano invece opere di difesa realizzate in altre epoche, oggi distanti dall'alveo e che quindi risultano ininfluenti nei riguardi dei processi attuali di mobilità laterale (ad es., pennelli sospesi e distanti dall'alveo realizzati in epoche storiche).

L'analisi delle immagini telerilevate permette spesso di identificare tali opere ma non sempre, soprattutto quando esse non sono recenti e sono in parte coperte da vegetazione riparia. È preferibile quindi integrare le osservazioni da immagini con la consultazione del catasto opere ed i rilievi sul terreno.

A7: Arginature

Si analizza la presenza e la posizione di argini i quali influiscono sulla continuità laterale, impedendo la normale inondazione di territori adiacenti al corso d'acqua. Vengono considerati come argini i rilevati (generalmente in terra) posti a ridosso o ad una certa distanza dal corso d'acqua. Sono da intendere come argini anche quelle opere di difesa di sponda (ad esempio muri di sponda) che presentano un sovralzo rispetto al piano di campagna retrostante (in tali casi la stessa opera va considerata sia in questo indicatore che nel precedente), o anche infrastrutture (strade) con funzione di argini.

Essendo le arginature opere tipiche di alvei alluvionali con presenza di pianura (non confinati o semiconfinati), tale indicatore non viene adottato per i corsi d'acqua confinati.

Tali opere si possono individuare da immagini telerilevate. Tuttavia, l'individuazione sulla base di immagini non è sempre agevole, pertanto la consultazione di carte topografiche (in particolar modo le CTR) può essere molto utile. Nei casi di difese di sponda con funzione anche di argini può essere di aiuto l'osservazione sul terreno e/o il catasto opere.

A8: Variazioni artificiali di tracciato

Con questo indicatore si intende prendere in considerazione se esistono e sono note variazioni planimetriche artificiali di una certa importanza del corso d'acqua (tagli di meandro, modifiche del tracciato, spostamento della foce, ecc.) avvenute di recente o anche in epoche storiche, quindi ad una scala temporale più ampia di quella utilizzata per l'analisi delle variazioni. Vengono considerate variazioni planimetriche consistenti in uno spostamento significativo del tracciato stesso, a seguito di un intervento artificiale. È possibile ad esempio che un fiume per sua natura meandriforme, nel tratto di bassa pianura, abbia subìto tagli di meandro che lo hanno reso rettilineo o sinuoso, facendo perdere quindi al corso d'acqua la sua morfologia naturale e determinando variazioni sui processi geomorfologici ed idraulici e perdite di habitat.

Dall'analisi di immagini telerilevate è possibile talvolta individuare forme nella pianura riconducibili a vecchi tracciati, ma è in ogni caso necessario il ricorso a fonti storiche per stabilire se si tratti di

variazioni artificiali. Si precisa che non è richiesta un'analisi storica dei tracciati, operazione che sarebbe certamente molto impegnativa, ma si prendono in considerazione solo variazioni ben note e di una certa entità (ad es., tagli di meandro, spostamenti della foce, ecc.).

A9: Altre opere di consolidamento (soglie, rampe) e/o di alterazione del substrato (rivestimenti del fondo)

Sono state incluse in questo indicatore le altre opere di consolidamento (oltre le briglie, analizzate nell'indicatore A4) che non sporgono sensibilmente dal fondo dell'alveo, ma che fissano localmente il profilo del fondo, senza tuttavia avere di norma effetti significativi sul trasporto solido. Tali opere includono le soglie e le rampe, costruite per impedire l'incisione del fondo, spesso in corrispondenza di attraversamenti (ponti). Negli ultimi decenni sono state implementate molte soluzioni alternative all'uso tradizionale del cemento armato, ovvero briglie e rampe in massi, in legname, miste. Tuttavia, ai fini dell'impatto sulla dinamica morfologica, tali tipologie non differiscono dalle opere tradizionali.

Lo stesso indicatore analizza la presenza e rilevanza di interventi di rivestimento del fondo impermeabili (calcestruzzo, pietrame e massi cementati) e permeabili (massi ciclopici a secco o legati con funi), generalmente chiamati cunettoni. Si evidenzia che è il fondo (alveo) ad essere rivestito e non solamente le sponde. I cunettoni rappresentano evidentemente delle forti alterazioni dell'assetto morfologico di un corso d'acqua, sia perché inducono una totale assenza di sedimento mobilizzabile dalla corrente e delle forme di fondo associate (scomparsa di habitat), che per la riduzione o totale blocco della continuità verticale tra ambiente iporreico ed alveo. Tali opere sono tipicamente eseguite su tratti montani ad elevata pendenza per evitare l'incisione dell'alveo, ma sono anche comuni in corrispondenza di attraversamenti urbani di corsi d'acqua anche semi- o non confinati, dove è richiesta una bassa scabrezza idraulica al fine di evitare sedimentazione in alveo (es. su conoidi).

Per le modalità di rilievo valgono le stesse considerazioni di precedenti indicatori di opere in alveo: si tratta di opere in genere ben individuabili da immagini telerilevate, eccetto che in alvei confinati di piccole dimensioni dove in alcuni casi non sono visibili. Per questi casi il catasto opere o il rilievo sul

terreno ne permetteranno l'identificazione, In questo caso è necessario conoscerne il numero e non sono richieste informazioni aggiuntive (tipologia, caratteristiche, ecc.).

A10: Rimozione di sedimenti

Attraverso questo indicatore si tiene conto dell'intensità dell'attività di rimozione di sedimenti nel tratto, sia per motivi di sicurezza idraulica (risagomatura o ricalibratura dell'alveo) che di estrazione di inerti ("cave"). Come è noto, tale attività ha diversi impatti negativi, sia nei riguardi dei processi e dell'evoluzione morfologica (generando incisione) che nei confronti degli ecosistemi.

L'indicatore si differenzia leggermente a seconda della tipologia d'alveo. Nei corsi d'acqua confinati, si fa riferimento esclusivamente ad eventuali interventi durante gli ultimi 20 anni. Nel caso di corsi d'acqua di pianura (semi- e non confinati), si fa riferimento anche all'intensità dell'attività estrattiva nei decenni passati (a partire dagli anni '50 del XX secolo). Si considera come attività di rimozione di sedimenti anche quella finalizzata alla ricalibratura/risagomatura delle sezioni a fini di sicurezza idraulica (per es., approfondimento/allargamento artificiale dell'alveo).

A11: Rimozione del materiale legnoso

La rimozione del materiale legnoso in alveo viene periodicamente eseguita da vari enti pubblici (Servizi forestali, Comunità Montane, Consorzi di Bonifica, Genio Civile), di solito in concomitanza con il taglio della vegetazione riparia (vedi sotto) e/o la rimozione di sedimenti. Inoltre, spesso viene anche concesso ai privati di prelevare il materiale legnoso per essere utilizzato come legna da ardere. Tipicamente, solo il materiale legnoso avente le dimensioni maggiori viene asportato, mentre quello fine (piccoli tronchi, rami e ramaglia) viene lasciato in alveo.

Nel presente indicatore si richiede di analizzare se nel tratto si hanno notizie di prelievi totali o parziali (tipicamente solo di alcuni tronchi di grandi dimensioni o in siti particolarmente vulnerabili) negli ultimi 20 anni.

A12: Taglio della vegetazione in fascia perifluviale

La vegetazione arborea presente nella fascia perifluviale (sponde, piana inondabile e terrazzi recenti) ed all'interno dell'alveo (isole fluviali mature e pioniere) esplica numerose funzioni a livello

morfologico. In particolare, essa rappresenta la principale sorgente di materiale legnoso per il sistema fluviale, e quindi ne garantisce in naturale "rifornimento" grazie a fenomeni di mortalità naturale, erosione di sponda, e schianti episodici da vento e neve. Nei tratti confinati, assumono invece maggior importanza i processi di immissione da versante, quali frane e colate detritiche. Inoltre, la vegetazione arborea intrappola parte dei sedimenti e del materiale legnoso trasportati durante gli eventi di piena, arrivando a costruire un complesso mosaico di habitat.

Gli interventi periodici di taglio della vegetazione arborea ed arbustiva (detti anche manutenzione o pulizia fluviale), anche quando realmente necessari per esigenze di sicurezza idraulica, comportano effetti negativi sul comparto morfologico (oltre che biologico) in quanto, riducendo drasticamente la dimensione delle piante presenti, viene alterata la loro capacità di esplicare azioni morfologiche significative una volta che esse diventino materiale legnoso in alveo. Inoltre, la presenza di popolamenti soltanto agli stadi giovanili semplifica notevolmente il pattern idrodinamico e sedimentario della piana inondabile.

L'operatore dovrà raccogliere informazioni presso gli enti competenti (Servizi forestali, Comunità Montane, Consorzi di Bonifica, Genio Civile) ed inoltre osservare sul terreno eventuali tracce di tagli passati (ceppaie).

V1: Variazioni della configurazione morfologica

Viene valutata l'esistenza e l'intensità di un'eventuale variazione della configurazione morfologica dell'alveo, ovvero il passaggio da una tipologia morfologica ad un'altra (sinuoso, meandriforme, canali intrecciati, ecc.) rispetto alla situazione degli anni '50. Nei casi in cui si sia verificato tale passaggio, esso è considerato un sintomo di un'alterazione delle condizioni che determinano la morfologia dell'alveo (in particolar modo delle variabili guida, portate liquide e solide) e pertanto dei processi geomorfologici. Inoltre, una tale variazione induce in genere significative trasformazioni degli habitat e degli ecosistemi associati alle diverse morfologie d'alveo.

Si applica sia nel caso di confinati che di semi- non confinati, purché di grandi dimensioni (G: larghezza > 30 m) in modo da consentirne l'osservazione ed eventuali misure su immagini telerilevate. Tuttavia, le due situazioni (confinati o semi- non confinati) sono differenziate tra loro (per i confinati non si

definisce la classe C) per tener conto del fatto che di norma i confinati non possono aver subìto drastiche variazioni di configurazione morfologica (es. da canali intrecciati a canale singolo) e di larghezza (si veda indicatore V2), in quanto in tal caso presumibilmente sarebbero oggi classificati come semiconfinati (in quanto l'indice di confinamento supererebbe il valore di 1.5).

Al fine di applicare tale indicatore, il primo passo è l'acquisizione delle foto aeree relative al volo IGM GAI degli anni 1954 – '55 (copertura nazionale generalmente alla scala 1:33.000 eccetto alcune aree a scala 1:66.000).

V2: Variazioni di larghezza

Vengono valutate le variazioni della larghezza dell'alveo rispetto alla situazione degli anni '50. I corsi d'acqua possono infatti subire notevoli variazioni di larghezza, pur mantenendo la configurazione morfologica complessiva, a seguito non solo di impatti diretti (ad esempio restringimenti artificiali, pennelli, ecc.) ma soprattutto a causa di variazioni delle variabili guida che controllano la morfologia dell'alveo (ad esempio per riduzioni delle portate liquide formative e/o delle portate solide). Tali aggiustamenti di larghezza sono molto comuni in numerosi corsi d'acqua italiani. L'esistenza di variazioni significative di larghezza in un intervallo temporale di circa 50 anni è in genere sintomo di instabilità morfologica.

Tale indicatore viene utilizzato sia nel caso di confinati che di semi- non confinati, purché di grandi dimensioni (G: larghezza > 30 m). Analogamente al precedente indicatore (V1), si differenzia tra le due tipologie, in quanto per i confinati i restringimenti possibili non possono superare il 33% circa della larghezza iniziale, altrimenti verrebbero classificati come semiconfinati (l'indice di confinamento supererebbe il valore di 1.5).

Per gli aspetti metodologici valgono all'incirca le stesse considerazioni fatte per l'indicatore V1, ovvero è necessario disporre del volo IGM GAI 1954/55 e di un volo recente.

V3: Variazioni altimetriche

Un alveo fluviale a fondo mobile può essere soggetto a modificazioni delle quote del fondo e del profilo altimetrico a seguito di alterazioni nei regimi delle portate liquide e/o solide. Analogamente alle variazioni di configurazione morfologica e di larghezza, le variazioni altimetriche verificatesi in un intervallo di tempo relativamente breve come quello preso in considerazione sono sintomo di alterazioni dovute ad impatti antropici (ad esempio variazioni di uso del suolo a scala di bacino, riduzione degli apporti solidi da parte degli affluenti, dighe, escavazione di sedimenti, ecc.) e di una possibile instabilità altimetrica ancora in atto.

Con questo indicatore si vuole valutare quindi l'esistenza di variazioni altimetriche, ovvero incisione o aggradazione (sedimentazione), e la loro entità. I fenomeni di abbassamento della quota dell'alveo (incisione) sono comuni alla maggior parte dei corsi d'acqua italiani a fondo mobile. Analogamente, l'innalzamento della quota del fondo (aggradazione) è considerato anch'esso un'alterazione rispetto alle condizioni di equilibrio dinamico.

Le ripercussioni di un'incisione del fondo sono molteplici, sia in termini di instabilità morfologica che di perdita di alcune funzionalità (ad esempio inondazione della pianura circostante, ricarica delle falde, ecc.) e perdita della diversificazione morfologica in alveo per deficit di sedimenti, con evidenti effetti negativi sugli ecosistemi. Analogamente, l'aggradazione produce vari tipi di alterazioni alle funzionalità geomorfologiche ed agli ecosistemi.

Le variazioni altimetriche si applicano a corsi d'acqua confinati e semi- non confinati di grandi dimensioni (G: larghezza > 30 m). Anche per questo indicatore, analogamente ai precedenti V1 e V2, si differenzia leggermente tra confinati e semi- non confinati (i confinati presentano un caso in meno data la loro dinamica ridotta rispetto ai semi- non confinati).

Attribuzione dei punteggi e sintesi delle informazioni

Per poter giungere a una classificazione dello stato morfologico attuale, è necessario definire una procedura di valutazione. Il criterio qui utilizzato rientra tra i sistemi di valutazione a punteggi, ovvero

si assegnano ai descrittori (attributi) considerati dei punteggi proporzionali all'importanza che ciascuno di essi assume nella valutazione complessiva.

La procedura qui sviluppata, seppure relativamente semplice, include un numero elevato di attributi e indicatori. Infatti si è scelto, piuttosto che selezionare pochi fattori ritenuti più significativi, di prendere in considerazione tutti gli aspetti necessari per una valutazione complessiva, vale a dire consentire un'analisi sistematica e organizzata (seppure non esaustiva) del problema. A tal fine, le alterazioni antropiche sono prese in esame sia dal punto di vista della presenza di elementi di artificialità, che dei loro impatti sulla funzionalità dei processi morfologici e sulle variazioni morfologiche indotte da tali alterazioni. Si noti che gli indicatori relativi alla funzionalità richiedono in una certa misura un livello interpretativo di forme e processi geomorfologici (ovvero uso di indicatori qualitativi), piuttosto che essere basati sulla misura di determinati parametri, pertanto necessitano di esperti con adeguata estrazione professionale e preparazione specifica sull'argomento. Si riportano nelle tabelle seguenti i punteggi assegnati ai singoli indicatori.

CATEGORIE	**FUNZIONALITÀ GEOMORFOLOGICA**		**A**	**B**	**C**
Continuità	*F1*	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso	0	3	5
	F2	Presenza di piana inondabile	0	3	5
	F3	Connessione tra versanti e corso d'acqua	0	3	5
	F4	Processi di arretramento delle sponde	0	2	3
	F5	Presenza di una fascia potenzialmente erodibile	0	2	3
Morfologia *Configurazione morfologica*	*F6*	Morfologia del fondo e pendenza della valle	0	3	5
	F7	Forme e processi tipici della configurazione morfologica	0	3	5
	F8	Presenza di forme tipiche di pianura	0	2	3

Configurazione sezione	*F9*	Variabilità della sezione	0	3	5	
Struttura e substrato alveo	*F10*	Struttura del substrato	0	2	5	6
	F11	Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni	0		3	
Vegetazione fascia perifluviale	*F12*	Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale	0	2	3	
	F13	Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde	0	3	5	

	ARTIFICIALITÀ	**A**	**B**		**C**	
	Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte					
A1	Opere di alterazione delle portate liquide	0	3		6	
A2	Opere di alterazione delle portate solide	0	3	6	9	12
	Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto					
A3	Opere di alterazione delle portate liquide	0	3		6	
A4	Opere di alterazione delle portate solide	0	4		6	
A5	Opere di attraversamento	0	2		3	
	Opere di alterazione della continuità laterale					
A6	Difese di sponda	0	3		6	
A7	Arginature	0	3		6	

	Opere di alterazione della morfologia dell'alveo e/o del substrato				
A8	Variazioni artificiali di tracciato	0	2	3	
A9	Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato	0	3	6	8
	Interventi di manutenzione e prelievo				
A10	Rimozione di sedimenti	0	3	6	
A11	Rimozione di materiale legnoso	0	2	5	
A12	Taglio della vegetazione in fascia perifluviale	0	2	5	

CATEGORIE	**VARIAZIONI MORFOLOGICHE**		**A**	**B**	**C**	
Morfologia *Configurazione morfologica*	*V1*	Variazione della configurazione morfologica	0	3	6	
Configurazione sezione	*V2*	Variazioni di larghezza	0	3	6	
	V3	Variazioni altimetriche	0	4	8	12

I **principali criteri di attribuzione dei punteggi** sono i seguenti:

- I punteggi attribuiti ai vari attributi sono numeri interi non negativi (come osservabile nelle precedenti tabelle).
- Essi esprimono degli scostamenti rispetto alla condizione di riferimento di corso d'acqua non alterato, e sono quindi direttamente proporzionali al grado di alterazione relativo a

un dato indicatore. Pertanto, la classe *A* è associata a uno scostamento nullo (assenza di alterazioni) mentre la classe *C* è associata a un forte scostamento (elevata alterazione).

- I punteggi sono stati differenziati tenendo conto dell'importanza relativa di ogni indicatore.
- I punteggi tengono inoltre conto del peso che si ritiene possa avere ognuna delle tre categorie (Funzionalità, Artificialità e Variazioni) sul punteggio complessivo (secondo quanto deducibile dalla tabella).

TABELLA - RIEPILOGO DEI MASSIMI PUNTEGGI PER LE PRINCIPALI TIPOLOGIE. F = FUNZIONALITÀ; A = ARTIFICIALITÀ; V = VARIAZIONI; P = PICCOLI; G = MEDIO-GRANDI

DIMENSIONI	F	A	V	MASSIMO PUNTEGGIO
Confinati				
P	37	63		100
G			14	114
Semi – non confinati				
P	46	72		118
G			24	142

Riguardo ai massimi punteggi, essi variano a seconda della tipologia (confinati e semi- non confinati) ed a seconda delle dimensioni (corsi d'acqua piccoli o medio - grandi), in funzione delle quali dipende se vengono considerati o meno gli indicatori relativi alle variazioni. È stato ritenuto utile definire i punteggi in maniera tale che il valore minimo tra i punteggi massimi fosse pari a 100 (confinati di piccole dimensioni). Per quanto riguarda il massimo punteggio relativo alla funzionalità per i confinati (Tabella 3), si noti che il valore totale di 37 corrisponde alla somma dei massimi punteggi per tutti gli indicatori di F meno 5, considerando che F6 ed F7 (entrambi valgono 5) sono alternativi tra loro, applicandosi ad alvei a canale singolo oppure a canali multipli / transizionali rispettivamente.

Per quanto riguarda la valutazione finale, si definisce un **Indice di Alterazione Morfologica** (***IAM***) e un **Indice di Qualità Morfologica *IQM***=1–*IAM*, con significato corrispondente all'*EQR* (*Environmental Quality Ratio*). Tale indice infatti assume valore pari a 1 nel caso di un corso d'acqua completamente inalterato (coincidente con condizione di riferimento) e pari a 0 per un corso d'acqua completamente alterato. Sulla base dei valori dell'*IQM*, sono state definite le **classi di qualità morfologica** secondo quanto specificato nella Tabella.

L'*IQM* permette di classificare lo stato di qualità morfologica del tratto a cui viene applicato. Per passare alla classificazione dello stato morfologico di un **corpo idrico**, occorre estendere la valutazione *IQM* ai tratti che lo compongono. Nel caso in cui il corpo idrico comprenda più tratti, lo stato morfologico sarà infatti dato dalla media dell'*IQM* dei tratti pesata sulla lunghezza degli stessi.

I valori dei punteggi relativi ai vari indicatori e i limiti tra le classi di qualità sono stati verificati e meglio definiti a seguito di una fase di test che è stata condotta su un numero sufficientemente elevato di tratti rappresentativi di diverse morfologie (confinati, semi- e non confinati, meandriformi, a canali intrecciati, ecc.) e di varie situazioni di antropizzazione (da corsi d'acqua relativamente naturali a fortemente antropizzati).

TABELLA – Classi di qualità morfologica

IQM	CLASSE DI QUALITÀ
0.0 ≤ IQM < 0.3	*Pessimo o Cattivo*
0.3 ≤ IQM < 0.5	*Scadente o Scarso*
0.5 ≤ IQM < 0.7	*Moderato o Sufficiente*
0.7 ≤ IQM < 0.85	*Buono*
0.85 ≤ IQM ≤ 1.0	*Elevato*

Per quanto riguarda il **grado di confidenza** nelle risposte, si distingue tra alto, medio e basso grado di confidenza (il caso di alto grado per semplicità viene omesso, mentre gli altri due casi vengono

segnati in un'apposita colonna sulla scheda a destra dei punteggi). Nei casi in cui il livello di confidenza non sia alto (indifferentemente se è medio o basso), bisogna innanzitutto indicare sulla scheda la possibile classe di risposta alternativa (è anche previsto il caso in cui esiste un'incertezza tra tutte e tre le classi), e successivamente calcolare la differenza di punteggio che si avrebbe tra le due (o più) possibili risposte. Al termine, si effettuano le somme degli scostamenti negativi e positivi e si determina il risultante campo di valori di *IAM* e *IQM*.

Per la sua struttura in categorie, è possibile calcolare diversi **sub-indici** ovvero suddividere gli indici *IAM* e *IQM* nelle varie componenti. Ciò può essere utile ad esempio per meglio identificare quali siano le criticità e/o i pregi di un tratto.

Si può pertanto procedere al calcolo dei sub-indici di funzionalità, artificialità e variazioni morfologiche (o "***sub-indici verticali***") come segue:

1. FUNZIONALITÀ

$IAM_F = S_F\,tot/Smax$

$IQM_F = (S_F\,max/Smax) – IAM_F = (S_F\,max – S_F\,tot) / Smax$

Dove:

$S_F\,tot$ = *F1 +…+ F13 (somma dei punteggi degli indicatori F applicati);*

$Max(S_F\,tot)$ = *Max(F1) +…+ Max(F13) (somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori F);*

$Max(S_A\,tot)$ = *Max(A1) +…+ Max(A12) (somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori A);*

$Max(S_V\,tot)$ = *Max(V1) +…+ Max(V3) (somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori V);*

$Max(Stot)$ = $Max(S_F\,tot) + Max(S_A\,tot) + Max(S_V\,tot)$ *(somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori);*

$Sna_{(F)}$ = *somma dei punteggi massimi degli indicatori F non applicati;*

Sna= *somma dei punteggi massimi degli indicatori F, A e V non applicati;*

$S_F\,max$= $Max(S_F\,tot) – Sna_{(F)}$;

Smax = *Max(Stot) – Sna.*

2. ARTIFICIALITÀ

***IAM_A** = S_A tot/Smax*

***IQM_A** = (S_A max/Smax) – IAM_A = (S_A max – S_A tot) / Smax*

Dove:

***$S_A$tot** = A1 +…+ A12 (somma dei punteggi degli indicatori A applicati);*

***Max(S_F tot)** = Max(F1) +…+ Max(F13) (somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori F);*

***Max(S_A tot)** = Max(A1) +…+ Max(A12) (somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori A);*

***Max(S_V tot)** = Max(V1) +…+ Max(V3) (somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori V);*

***Max(Stot)** = Max(S_F tot) + Max(S_A tot) + Max(S_V tot) (somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori);*

***Sna($_A$)** = somma dei punteggi massimi degli indicatori A non applicati;*

***Sna** = somma dei punteggi massimi degli indicatori F, A e V non applicati;*

***S_A max**= Max(S_A tot) – Sna($_A$);*

***Smax** = Max(Stot) – Sna.*

3. <u>VARIAZIONI MORFOLOGICHE</u>

***IAM_V** = S_V tot/Smax*

***IQM_V** = ($S_V$max/Smax) – IAM_V = (S_V max – S_V tot) / Smax*

Dove:

***$S_V$tot** = V1 +…+ V3 (somma dei punteggi degli indicatori V applicati);*

***Max(S_F tot)** = Max(F1) +…+ Max(F13) (somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori F);*

***Max(S_A tot)** = Max(A1) +…+ Max(A12) (somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori A);*

***Max(S_V tot)** = Max(V1) +…+ Max(V3) (somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori V);*

***Max(Stot)** = Max(S_F tot) + Max(S_A tot) + Max(S_V tot) (somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori);*

***Sna($_V$)** = somma dei punteggi massimi degli indicatori V non applicati;*

***Sna** = somma dei punteggi massimi degli indicatori F, A e V non applicati;*

***$S_V$max**= Max(S_V tot) – Sna($_V$);*

***Smax**= Max(Stot) – Sna.*

Per rendere più immediata ed efficace l'analisi, i valori dei sub–indici possono essere rapportati al valore massimo ottenibile per la relativa categoria (funzionalità, artificialità, variazioni). A tal fine, si ripartisce il valore complessivo di *IAM* e *IQM* nelle aliquote relative alle tre categorie come segue:

1. FUNZIONALITÀ

$IAM_F\,max = IQM_F\,max = S_F\,max/Smax$

2. ARTIFICIALITÀ

$IAM_A\,max = IQM_A\,max = S_A\,max/Smax$

3. VARIAZIONI MORFOLOGICHE

$IAM_V\,max = IQM_V\,max = S_V\,max/Smax$

Si noti che, nel caso siano state aggiunte penalità agli indicatori A4, A6, A7 e/o A9 tali che *Stot > Smax*, la somma dei tre sub-indici $IAM_F + IAM_A + IAM_V$ risulta maggiore di 1.

Oltre alla ripartizione in ***sub-indici verticali*** sopra riportata, si può effettuare analoga ripartizione secondo le categorie: Continuità, Morfologia, Vegetazione ("***sub-indici orizzontali***"). A tal fine, va tenuto conto che alcuni elementi di artificialità hanno effetti su più categorie: in tali casi, per questioni di semplicità, si divide il punteggio attribuito a un certo indicatore di artificialità per il numero di categorie su cui ha effetto. Ne derivano i sub-indici definiti di seguito:

1. CONTINUITÀ

$IAM_C=IAM_{CL}+IAM_{CLA}$

$IQMC=IQMCL+IQMCLA$

Dove:

C indica la continuità, CL indica la continuità longitudinale e CLA quella laterale

1.1. CONTINUITÀ LONGITUDINALE

IAM_{CL} = *(F1+A1+A2+A3+A4/2+A5)/Smax*

IQM_{CL}=(S_{CL} *max/Smax)* – IAM_{CL}

Dove:

S_{CL} ***max***= *Max(*S_{CL} *tot)* **–** *Sna(*$_{CL}$*)*;

Max(*S_{CL} ***tot) *= Max(F1)+Max(A1)+Max(A2)+Max(A3)+Max(A4/2)+ Max(A5)*

(somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori di CL);

Sna(*$_{CL}$*) *= somma dei punteggi massimi degli indicatori di CL non applicati.*

1.2. CONTINUITÀ LATERALE

IAM_{CLA} = *(F2+F3+F4+F5+A6/2+A7)/Smax*

IQM_{CLA}=(S_{CLA} *max/Smax)* – IAM_{CLA}

Dove:

S_{CLA} ***max***= *Max(*S_{CLA} *tot)* **–** *Sna(*$_{CLA}$*)*;

Max(*S_{CLA} ***tot) *= Max(F2)+Max(F3)+Max(F4)+Max(F5)+Max(A6/2)+ Max(A7)*

(somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori di CLA);

Sna(*$_{CLA}$*) *= somma dei punteggi massimi degli indicatori di CLA non applicati.*

---

2. MORFOLOGIA

IAM_M=IAM_{CM}+IAM_{CS}+IAM_S

IQM_M=IQM_{CM}+IQM_{CS}+IQM_S

Dove:

M indica la morfologia, CM indica la configurazione morfologica, CS la configurazione della sezione e S la struttura e substrato alveo.

2.1 Configurazione morfologica

IAM_{CM} = *(F6+F7+F8+A6/2+A8+V1)/Smax*

$IQM_{CM}=(S_{CM}\,max/Smax) - IAM_{CM}$

Dove:

$\boldsymbol{S_{CM}\,max}= Max(S_{CM}\,tot) - Sna_{(CM)}$;

$\boldsymbol{Max(S_{CM}\,tot)}$ *= Max(F6)+Max(F7)+Max(F8)+ Max(A6/2)+ Max(A8)+ Max(V1)*

(somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori di CM);

$\boldsymbol{Sna_{(CM)}}$ *= somma dei punteggi massimi degli indicatori di CM non applicati.*

2.2 Configurazione della sezione

IAM_{CS} *= (F9+A4/2+A9/2+A10/2+V2+V3)/Smax*

$IQM_{CS}=(S_{CS}\,max/Smax) - IAM_{CS}$

Dove:

$\boldsymbol{S_{CS}\,max}= Max(S_{CS}\,tot) - Sna_{(CS)}$;

$\boldsymbol{Max(S_{CS}tot)}$*=Max(F9)+Max(A4/2)+Max(A9/2)+Max(A10/2)+Max(V2)+Max(V3)*

(somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori di CS);

$\boldsymbol{Sna_{(CS)}}$ *= somma dei punteggi massimi degli indicatori di CS non applicati.*

2.3 Substrato

IAM_S *= (F10+F11+A9/2+A10/2+A11)/Smax*

$IQM_S=(S_S\,max/Smax) - IAM_S$

Dove:

$\boldsymbol{S_S\,max}= Max(S_S\,tot) - Sna_{(S)}$;

$\boldsymbol{Max(S_Stot)}$*=Max(F10)+Max(F11)+Max(A9/2)+Max(A10/2)+Max(A11)*

(somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori di S);

$\boldsymbol{Sna_{(S)}}$ *= somma dei punteggi massimi degli indicatori di S non applicati.*

3. <u>VEGETAZIONE</u>

IAM_{VE} *= (F12+F13+A12)/Smax*

$IQM_{VE}=(S_{VE}\,max/Smax) - IAM_{VE}$

Dove:

VE indica la vegetazione;

***S_{VE} max**= Max(S_{VE} tot) – Sna($_{VE}$)*;

***Max(S_{VE} tot)** = Max(F12)+Max(F13)+ Max(A12) (somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori di VE);*

***Sna($_{VE}$)** = somma dei punteggi massimi degli indicatori di VE non applicati.*

In maniera analoga ai ***sub-indici verticali***, anche in questo caso è utile rapportare i valori dei ***subindici orizzontali*** rispetto al valore massimo ottenibile per la relativa categoria (Continuità, Morfologia, Vegetazione), ripartendo il valore complessivo di *IAM* e *IQM* nelle aliquote relative alle tre categorie come segue:

1. **CONTINUITÀ**

IAM_C max = IQM_C max = S_C max/Smax

Dove:

***S_C max**= Max(S_C tot) – Sna($_C$) = S_{CL} max + S_{CLA} max;*

***Max(S_C tot)** = Max(S_{CL} tot) + Max(S_{CLA} tot)*

(somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori di C ossia di CL e CLA);

***Sna($_C$)** = Sna($_{CL}$) + Sna($_{CLA}$)*

(*somma dei punteggi massimi degli indicatori di C ossia di CL e CLA non applicati).*

2. **MORFOLOGIA**

IAM_M max = IQM_M max = S_M max/Smax

Dove:

***S_M max**= Max(S_M tot) – Sna($_M$) = S_{CM} max + S_{CS} max + S_S max;*

***Max(S_M tot)** = Max(S_{CM} tot) + Max(S_{CS} tot) + Max(S_S tot)*

(somma dei punteggi massimi di tutti gli indicatori di M ossia di CM, CS e S);

***Sna($_M$)** = Sna($_{CM}$) + Sna($_{CS}$) + Sna($_S$)*

(*somma dei punteggi massimi degli indicatori di M ossia di CM, CS e S non applicati).*

3. VEGETAZIONE

$IAM_{VE}\ max = IQM_{VE}\ max = S_{VE}\ max/Smax$

Individuazione e sintesi delle criticità

È essenziale valutare l'*IQM* per più tratti possibili all'interno del bacino, per avere un quadro complessivo delle condizioni morfologiche dei corsi d'acqua. Tale condizione può talora risultare alquanto onerosa, pertanto in alcuni casi (es., analisi finalizzate a singoli obiettivi) può porsi il problema di come effettuare una valutazione preliminare a grande scala e/o come selezionare alcuni tratti rappresentativi per i quali procedere con maggiore dettaglio. A tal fine, si può procedere con le seguenti modalità.

1. *Analisi preliminare delle pressioni*. L'analisi delle pressioni a scala di bacino può fornire una prima indicazione su quali possano essere le porzioni del bacino con maggiori o minori criticità.
2. *Valutazione IQM per tratti rappresentativi*. Questa procedura può basarsi sulla scelta di tratti rappresentativi in base all'unità fisiografica (a scala di segmenti) e della tipologia morfologica a cui appartengono. Questa procedura presuppone comunque di avere un quadro conoscitivo generale dell'artificialità sia a scala di bacino (attraverso un'analisi preliminare delle pressioni) che alla scala dell'unità spaziale gerarchicamente superiore che viene rappresentata dal tratto di applicazione (segmento o tipologia). Infatti, il valore dell'*IQM* dipende in gran parte dalle condizioni di artificialità, pertanto bisogna prestare attenzione che il tratto scelto sia rappresentativo dell'unità spaziale di ordine superiore, in particolar modo rispetto alle opere trasversali che hanno un impatto sulla continuità longitudinale del flusso di sedimenti.
3. *Analisi preliminare IQM*. Tale analisi può essere condotta, a un livello preliminare a scala di bacino, attraverso interpretazione e analisi GIS di immagini telerilevate, conducendo l'analisi sul terreno solo per alcuni tratti rappresentativi. Per i tratti in cui non si effettua il rilevamento sul terreno, gli indicatori non risolvibili senza la fase di campo vengono lasciati incerti (adottando un livello di confidenza basso). In questo modo, l'*IQM* presenterà dei margini di incertezza elevati ma può fornire un'indicazione, in prima approssimazione, delle classi entro le quali potrebbe variare. Tale procedura presuppone una buona conoscenza delle artificialità

a scala di bacino (ad es., attraverso un catasto delle opere o informazioni piuttosto diffuse sulle opere esistenti).

Una prima **sintesi delle criticità** è rappresentata dalla visualizzazione dell'*IQM* a scala di bacino al fine di individuare con immediatezza le porzioni del bacino e i tratti più fortemente alterati. Si procede poi alla comprensione delle possibili cause alla base delle alterazioni osservate.

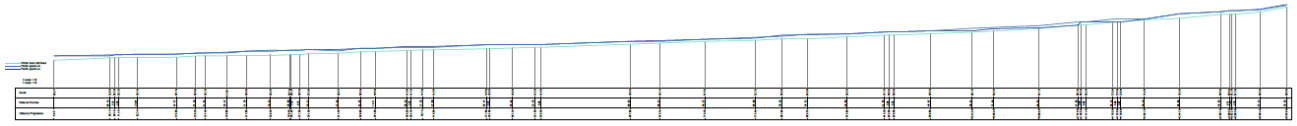
Successivamente, le criticità legate alla qualità morfologica verranno incrociate con quelle legate alla dinamica morfologica per avere un quadro complessivo delle criticità esistenti.

Valutazione dell'indice di qualità morfologica IQM del Canale Villa

Nel presente paragrafo sono riportate le schede del Canale considerate per l'analisi della qualità morfologica. Ogni scheda è composta dalle seguenti sezioni:

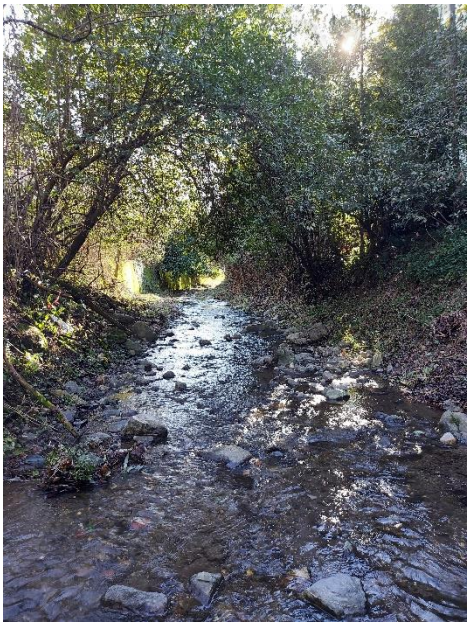
1. Cartografia di base: inquadramento, altimetria, carte della pendenza e dell'esposizione, profilo altimetrico del bacino a monte, usi del suolo, litologia, rete stradale e ferroviaria tratta da OpenStreetMap e copertura del suolo (le immagini più recenti disponibili da Google Satellite);
2. Documentazione fotografica relativa al corso d'acqua dalla sezione di chiusura, posta a valle della passerella pedonale) fino a Via Picarda;
3. Suddivisione in tratti del corso d'acqua, finalizzata al calcolo dell'indice IQM.
4. Risultati dell'indice per ogni tratto e valore medio della sezione pesato sulla lunghezza dei tratti.
5. Dettagli di calcolo per ogni tratto.

Al termine è proposta inoltre una tabella riassuntiva.



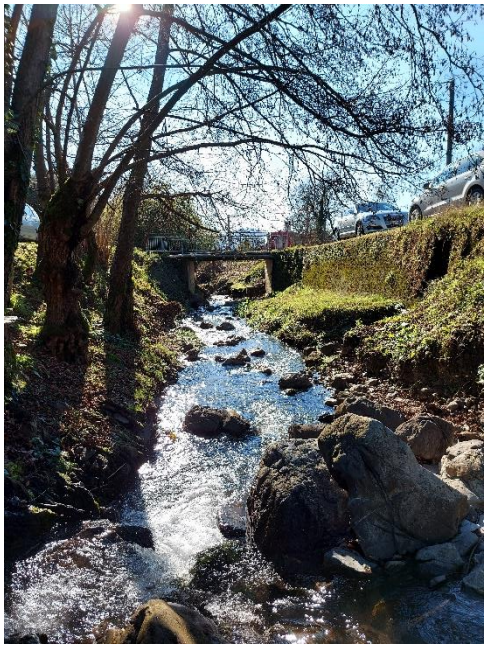
Profilo altimetrico dell'asta principale













Documentazione fotografia Canale Villa

Suddivisione in tratti

Tratto 1: Da sez. 0 a sez. 2.5

Tratto 2: da sez. 2.5 a sez. 6.5

Tratto 3: da sez. 6.5 a sez. 8.5

Tratto 4: da sez. 8.5 a sez. 13.5

Tratto 5: da sez. 13.5 a sez. 18

INDICI E CLASSI DI QUALITÀ del tratto 1

IAM = Indice di Alterazione Morfologica (0?IAM?1)		
IAM	**IAM_{min}**	**IAM_{max}**
0,03	*0,03*	*0,03*
IQM = Indice di Qualità Morfologica (0?IQM?1)		
IQM	**IQM_{min}**	**IQM_{max}**
0,97	*0,97*	*0,97*
CLASSI DI QUALITÀ (IQM)		
$CLASSE_{med}$	**$CLASSE_{min}$**	**$CLASSE_{max}$**
Elevato	***Elevato***	***Elevato***

IQM	**CLASSE DI QUALITÀ**
0.0 ? IQM < 0.3	*Pessimo o Cattivo*
0.3 ? IQM < 0.5	*Scadente o Scarso*
0.5 ? IQM < 0.7	*Moderato o Sufficiente*
0.7 ? IQM < 0.85	*Buono*
0.85 ? IQM ? 1.0	*Elevato*

INDICI E CLASSI DI QUALITÀ del tratto 2

IAM = Indice di Alterazione Morfologica (0?IAM?1)		
IAM	**IAM_{min}**	**IAM_{max}**
0,05	*0,05*	*0,07*
IQM = Indice di Qualità Morfologica (0?IQM?1)		
IQM	**IQM_{min}**	**IQM_{max}**
0,95	*0,93*	*0,95*
CLASSI DI QUALITÀ (IQM)		
$CLASSE_{med}$	**$CLASSE_{min}$**	**$CLASSE_{max}$**
Elevato	***Elevato***	***Elevato***

IQM	CLASSE DI QUALITÀ
0.0 ? IQM < 0.3	*Pessimo o Cattivo*
0.3 ? IQM < 0.5	*Scadente o Scarso*
0.5 ? IQM < 0.7	*Moderato o Sufficiente*
0.7 ? IQM < 0.85	*Buono*
0.85 ? IQM ? 1.0	*Elevato*

INDICI E CLASSI DI QUALITÀ del tratto 3

IAM = Indice di Alterazione Morfologica (0?IAM?1)		
IAM	**IAM_{min}**	**IAM_{max}**
0,03	*0,03*	*0,05*
IQM = Indice di Qualità Morfologica (0?IQM?1)		
IQM	**IQM_{min}**	**IQM_{max}**
0,97	*0,95*	*0,97*
CLASSI DI QUALITÀ (IQM)		
$CLASSE_{med}$	**$CLASSE_{min}$**	**$CLASSE_{max}$**
Elevato	***Elevato***	***Elevato***

IQM	CLASSE DI QUALITÀ
0.0 ? IQM < 0.3	*Pessimo o Cattivo*
0.3 ? IQM < 0.5	*Scadente o Scarso*
0.5 ? IQM < 0.7	*Moderato o Sufficiente*
0.7 ? IQM < 0.85	*Buono*
0.85 ? IQM ? 1.0	*Elevato*

INDICI E CLASSI DI QUALITÀ del tratto 4

IAM = Indice di Alterazione Morfologica (0?IAM?1)		
IAM	**IAM_{min}**	**IAM_{max}**
0,06	*0,06*	*0,06*
IQM = Indice di Qualità Morfologica (0?IQM?1)		
IQM	**IQM_{min}**	**IQM_{max}**
0,94	*0,94*	*0,94*
CLASSI DI QUALITÀ (IQM)		
$CLASSE_{med}$	**$CLASSE_{min}$**	**$CLASSE_{max}$**
Elevato	***Elevato***	***Elevato***

IQM	CLASSE DI QUALITÀ
0.0 ? IQM < 0.3	*Pessimo o Cattivo*
0.3 ? IQM < 0.5	*Scadente o Scarso*
0.5 ? IQM < 0.7	*Moderato o Sufficiente*
0.7 ? IQM < 0.85	*Buono*
0.85 ? IQM ? 1.0	*Elevato*

INDICI E CLASSI DI QUALITÀ del tratto 5

IAM = Indice di Alterazione Morfologica (0?IAM?1)		
IAM	**IAM_{min}**	**IAM_{max}**
0,06	*0,06*	*0,06*
IQM = Indice di Qualità Morfologica (0?IQM?1)		
IQM	**IQM_{min}**	**IQM_{max}**
0,94	*0,94*	*0,94*
CLASSI DI QUALITÀ (IQM)		
$CLASSE_{med}$	**$CLASSE_{min}$**	**$CLASSE_{max}$**
Elevato	***Elevato***	***Elevato***

IQM	CLASSE DI QUALITÀ
0.0 ? IQM < 0.3	*Pessimo o Cattivo*
0.3 ? IQM < 0.5	*Scadente o Scarso*
0.5 ? IQM < 0.7	*Moderato o Sufficiente*
0.7 ? IQM < 0.85	*Buono*
0.85 ? IQM ? 1.0	*Elevato*

In allegato 1 si riportano i dettagli di calcolo (schede di valutazione).

Previsioni degli effetti dell'intervento

ln questo paragrafo cercheremo di evidenziare in maniera estremamente oggettiva, gli effetti dell'inserimento dell'opera sul paesaggio. Ciò equivale a compiere un'operazione estremamente complessa, perché le componenti da analizzare in tale procedura non sono riconducibili a schemi codificati; è infatti ovvio che l'inserimento di nuove opere, o la modificazione di opere esistenti, inducono riflessi sulle sue componenti, sui rapporti che ne costituiscono il sistema organico e ne determinano la salute e la sopravvivenza e, in definitive, sulla globalità del paesaggio.

Ecco perché è di fondamentale importanza effettuare una verifica degli impatti visuali, delle mutazioni dell'aspetto fisico e percettivo delle immagini e delle forme del paesaggio e di ogni possibile fonte di inquinamento visivo, nonché di quegli effetti capaci di avere conseguenze di modificazione su tutte le componenti naturali e antropiche, sui loro rapporti e sulle loro forme consolidate di vita.

Gli interventi previsti in progetto hanno un effetto praticamente nullo sulle componenti ambientali ed è migliorativo sulla salute e sicurezza dei cittadini.

Per quanto riguarda i Vincoli ambientali, paesaggistici, monumentali, storico, artistico, architettonico ecc.., nell'area di intervento sono presenti i seguenti Vincoli:

- ✓ Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Magra: Ambito normativo delle aree inondabili: Aree a pericolosità idraulica molto elevata/elevata/media/bassa;
- ✓ Vincolo sismico.

Il paesaggio è considerato un unico grande organismo vivente, i cui caratteri scaturiscono dalla sovrapposizione di molteplici componenti naturali e culturali, intendendo per naturali tutti gli elementi costituenti il complesso ecosistema basato sulle leggi della natura che determinano la forma fisica e gli equilibri biologici della terra, per culturali tutte le azioni provocate dall'uomo, le loro sovrapposizioni storiche e te loro conseguenze sul territorio.

Come richiesto dall' allegato al DPCM 12/12/2005 viene eseguita una "previsione degli effetti delle trasformazioni dal punto di vista paesaggistico, ove significativi, dirette e indirette, reversibili e irreversibili, a breve e medio termine, nel' area di intervento e nel contest paesaggistico sia in fase di cantiere che a regime".

Nel nostro caso specifico, i caratteri distintivi e qualificanti delle aree soggette ad intervento coincidono con le componenti biotiche e abiotiche e che quindi controllare gli effetti dell'opera sul paesaggio coinciderà nell' individuare i fattori che potranno arrecare danno alla fauna alla flora al suolo all' acqua e quindi all' ecosistema nel suo complesso.

I fattori che potenzialmente potrebbero arrecare danno all'ecosistema, sono:

- Uso di risorse naturali
- Produzione di rifiuti
- Inquinamento e disturbi ambientali

Uso delle risorse naturali

Il progetto che si intende realizzare, come ben si desume dalla descrizione della sua fattezza e delle operazioni che saranno necessarie alla sua realizzazione non comporterà, né in fase di realizzazione, né in fase successiva, spreco di risorse naturali, visto che non è previsto nel corso delle varie lavorazioni di risorse in termine di vegetazione.

Produzione di rifiuti

I presenti interventi prevedono la produzione di rifiuti solo in fase di realizzazione la quale cesserà del tutto al termine delle lavorazioni di cantiere.

I materiali di rifiuto prodotti riguardano quelli provenienti da lavori di movimento terra e di pulizia dal terreno, i quali opportunamente raccolti saranno trasportati nella discarica autorizzata più prossima all' area d'intervento.

Inquinamento e disturbi ambientali

Gli interventi previsti determineranno una produzione di elementi inquinanti e di disturbo all'ambiente di modeste entità che si verificheranno solo in alcune fasi di realizzazione delle opere e più specificatamente nelle operazioni di fornitura e di trasporto dei materiali di rifiuto.

Infatti la scelta di tipologie costruttive ha consentito di limitare al minimo l'impiego di attrezzature di cantiere inquinanti e rumorose e di ridurre l'impiego di eventuali lavorazioni pericolose.

L'unico elemento di inquinamento per l'atmosfera è rappresentato dalla polvere, che si potrebbe verificare nelle fasi di movimentazione del terreno, le quali emissioni possono essere ridotte di oltre il 50% se si ha l'accortezza di annaffiare spesso il terreno. Ad ogni modo la presenza di polveri può essere inteso più come un fastidio transitorio anziché come problema per l'ambiente e la salute delle forme di vita esistenti nel sito.

Anche per quanto riguarda l'inquinamento dell'ambiente idrico esso può essere giudicato inesistente visto che non è previsto l'impiego di alcuna sostanza chimica o nociva, ma solo di materiale naturale.

Per quanto detto possiamo affermare che il progetto, non comporterà effetti rilevanti sul paesaggio, anzi porterà delle migliorie al territorio stesso, soprattutto in termini di sicurezza e salvaguardia del territorio in questione.

Opere di mitigazione

Il progetto nel suo insieme può essere definito a buon titolo un "progetto di tutela" cioè un progetto che si ispira ai principi di conformità, coerenza, e compatibilità con i valori paesaggistici. Si ricorda che per tale intervento sono state previste le soluzioni progettuali che più si adattano alle esigenze del sito, cercando di integrare le opere nel contesto paesaggistico.

Al fine di ridurre gli impatti saranno previste le seguenti misure di mitigazione:

- ✓ Monitoraggio visivo quotidiano dello stato del cantiere;

- ✓ Copertura con teloni dei materiali polverulenti che possono essere dispersi in fase di trasporto;
- ✓ Pulizia delle ruote dei veicoli in uscita dal cantiere e dalle aree di lavoro prima di immettersi nella viabilità ordinaria;
- ✓ Attuazione idonea limitazione della velocità dei mezzi sulle strade asfaltate (tipicamente 20 km/h) con presenza di moviere nelle immissioni;
- ✓ Irrorazione del deposito di reti antipolvere lungo il perimetro dei tratti del rio interessato dalle lavorazioni e lungo le aree di cantiere;
- ✓ Evitare le demolizioni e le movimentazioni di materiali polverulenti durante le giornate con vento intenso;
- ✓ Durante la demolizione delle strutture edili provvedere alla bagnatura dei manufatti al fine di minimizzare la formazione e la diffusione di polveri;
- ✓ Definizione di un layout di cantiere tale che le potenziali sorgenti di produzione di polveri siano collocate il più lontano possibile dalle abitazioni;
- ✓ In caso di soste temporanee dei mezzi provvedere allo spegnimento del motore.

Simulazione dello stato dei luoghi a seguito della realizzazione del progetto

Le opere oggetto di intervento non modificano nettamente lo stato dei luoghi attuali. I materiali utilizzati per la realizzazione delle opere spondali sono massi naturali cementati e muri in calcestruzzo armato, per il fondo dell'alveo sono stati utilizzati massi naturali non cementati e in alcune zone l'alveo, successivamente alla risagomatura è rimasto naturale.

Si riporta di seguito fotosimulazione ante e post operam.

ANTE OPERAM

POST OPERAM



Risultati degli impatti

Il Valore dell'impatto complessivo pesato viene valutato considerando, come detto in precedenza, i bersagli e gli impatti. I risultati vengo riportati nella tabella sottostante.

		Utilizzazione di risorse	Produzione di rifiuti	Suolo e sottosuolo (contaminazione di)	Ambiente idrico &alterazione del)	Emissioni in atmosfera	Emissioni sonore	Traffico veicolare-viabilità	Salute pubblica	IMPATTO NON PESATO	PESO	IMPATTO PESATO
Sistema socio-economico	Qualità della vita		-0.10			-3.1	-3.1		-0.78	-6.98	19.4	**-1.35**
	Sito e paesaggio			-6.25						-6.25	9.52	**-0.59**
	Infrastrutture							-12.5		-12.5	9.52	**-1.19**
Ambiente naturale	Aria					-3.1		-6.25	-0.78	-10.1	9.52	**-0.96**
	Acqua	-6.25		-12.5	-0.78				-0.78	-20.3	19.4	**-3.93**
	Suolo e sottosuolo			-3.1	-3.1				-1.56	-4.9	19.4	**-0.95**
	Ambiente biotico		-0.10		-6.25	-6.25	-6.25			-18.8	4.76	**-0.83**
	Risorse	-6.25								-6.25	9.52	**-0.59**
VALORE IMPATTO COMPLESSIVO PESATO												**-10.39**

L'impatto complessivo è dato dalla sommatoria degli impatti settoriali pesati che risulta pari a **-10.39.** Tale valore va giudicato sulla base della scala di significatività degli impatti, che per i valori negativi è la seguente:

Valore	Impatto ambientale	
0	Nullo	
$-6{,}25 \leq S < 0$	Negativo	Trascurabile
$-12{,}5 \leq S < -6{,}25$	Negativo	Poco significativo
$-25 \leq S < -12{,}5$	Negativo	Mediamente significativo
$-50 \leq S < -25$	Negativo	Significativo
$-100 \leq S < -50$	Negativo	Molto significativo

Il giudizio finale dell'impatto complessivo è dunque: **Poco significativo**.

Il risultato sopra riportato bisogna interpretarlo e affermare che la realizzazione delle opere di progetto, e ciò è legato alla natura stessa dell'intervento, ha lo scopo principale di tutelare l'ambiente circostante, soprattutto da un punto di vista idraulico. Il vantaggio ambientale potrà mostrarsi integralmente quando in caso di situazioni "gravose" le opere previste in progetto riusciranno comunque a proteggere da un punto di vista idraulico la località a valle del canale, obiettivo del progetto.



Comune di

Bolano

Provincia di La Spezia

ALLEGATO 1- SCHEDA DI VALUTAZIONE IQM PER ALVEI CONFINANTI

INDICATORI SCHEDA DI VALUTAZIONE IQM PER ALVEI CONFINATI

FUNZIONALITA' GEOMORFOLOGICA

Continuità

		parz.	prog.	conf.
F1	**Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso**			
A	Assenza di alterazioni della continuità di sedimenti e materiale legnoso	0	X	
B	Lieve alterazione (ostacoli nel flusso ma non intercettazione)	3		
C	Forte alterazione (forte discontinuità di forme per intercettazione)	5		

F3	**Connessione tra versanti e corso d'acqua**			
A	Pieno collegamento tra versanti e corridoio fluviale (>90% tratto)	0	X	
B	Collegamento per porzione significativa del tratto (33-90%)	3		
C	Collegamento per piccola porzione tratto (≤33%)	5		

parz.: punteggi parziali (cerchiare) *prog.*: punteggi progressivi *livello confidenza tra A e B*
conf. livello di confidenza nella risposta, con *M*=Medio, *B*=Basso (*Alto viene omesso*) *livello confidenza tra B e C*

Morfologia

Configurazione morfologica

F6	**Morfologia del fondo e pendenza della valle** *(si applica a confinati a canale singolo)*			
A	Forme di fondo coerenti con la pendenza media della valle oppure non coerenti per ≤33% tratto	0	X	
B	Forme di fondo non coerenti con la pendenza media della valle per 33-66% del tratto	3		
C	Forte alterazione delle forme di fondo per >66% del tratto	5		

Non si applica nel caso di confinato con fondo in roccia o colluviali, nonché nel caso di corso d'acqua profondo per il quale non è possibile osservare la configurazione del fondo

F7	**Forme e processi tipici della configurazione morfologica** *(si applica a canali multipli o wandering)*			
A	Assenza (≤5%) di alterazioni della naturale eterogeneità di forme attesa per la tipologia fluviale	0	X	
B	Alterazioni per porzione limitata del tratto (≤33%)	3		
C	Consistenti alterazioni per porzione significativa del tratto (>33%)	5		

Configurazione sezione

F9	**Variabilità della sezione**			
A	Assenza o presenza localizzata (≤5% tratto) di alterazioni naturale eterogeneità della sezione	0		
B	Presenza di alterazioni (omogeneità sezione) per porzione limitata del tratto (≤33%)	3	X	
C	Presenza di alterazioni (omogeneità sezione) per porzione significativa del tratto (>33%)	5		

Struttura e substrato alveo

F10	**Struttura del substrato**			
A	Naturale eterogeneità sedimenti e *clogging* poco significativo	0		
B	*Clogging* accentuato in varie porzioni del sito	2		
C1	*Clogging* accentuato e diffuso (>90%) e/o affioramento occasionale substrato per incisione	5		
C2	Affioramento diffuso del substrato per incisione o rivestimento fondo (>33% tratto)	6		

Non si valuta nel caso di fondo in roccia, colluviali o in sabbia, nonché di corso d'acqua profondo per il quale non è possibile osservare il fondo

F11	**Presenza di materiale legnoso di grandi dimensioni**			
A	Presenza significativa di materiale legnoso	0	X	
C	Presenza molto limitata o assenza di materiale legnoso	3		

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

Vegetazione fascia perifluviale

F12	**Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale**			
A	Ampiezza di formazioni funzionali elevata	0		
B	Ampiezza di formazioni funzionali intermedia	2	X	
C	Ampiezza di formazioni funzionali limitata	3		

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

F13	**Estensione lineare delle formazioni funzionali presenti lungo le sponde**			
A	Estensione lineare formazioni funzionali >90% lunghezza massima disponibile	0	X	
B	Estensione lineare formazioni funzionali 33-90% lunghezza massima disponibile	3		
C	Estensione lineare formazioni funzionali ≤33% lunghezza massima disponibile	5		

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

ARTIFICIALITA'

Opere di alterazione della continuità longitudinale a monte

		parz.	prog.	conf.
A1	**Opere di alterazione delle portate liquide**			
A	Alterazioni nulle o poco significative (≤10%) delle portate formative e con *TR*>10 anni	0	x	
B	Alterazioni significative (>10%) delle portate con *TR*>10 anni	3		
C	Alterazioni significative (>10%) delle portate formative	6		

A2	**Opere di alterazione delle portate solide**			
A	Assenza di opere di alterazione del flusso di sedimenti o presenza trascurabile (dighe con area sottesa <5% e/o altre opere trasversali con area sottesa <33%)	0	x	
B1	Presenza di dighe (area sottesa 5-33%) e/o opere con totale intercettazione (area 33-66%) e/o opere con intercettazione parziale/nulla (area >33% *pianura/collina* o >66% *ambito montano*)	3		
B2	Presenza di dighe (area sottesa 33-66%) e/o opere con totale intercettazione (area sottesa >66% o all'estremità a monte del tratto)	6		
C1	Presenza di dighe con area sottesa >66%	9		
C2	Presenza di diga all'estremità a monte del tratto	12		

Opere di alterazione della continuità longitudinale nel tratto

A3	**Opere di alterazione delle portate liquide**			
A	Alterazioni nulle o poco significative (≤10%) delle portate formative e con *TR*>10 anni	0	x	
B	Alterazioni significative (>10%) delle portate con *TR*>10 anni	3		
C	Alterazioni significative (>10%) delle portate formative	6		

A4	**Opere di alterazione delle portate solide**			
A	Assenza di qualsiasi tipo di opera di alterazione del flusso di sedimento/legname	0	x	
B	*Alvei a pendenza ≤1%*: presenza briglie, traverse, casse in linea ≤1 ogni 1000 m *Alvei a pendenza >1%*: briglie di consolidamento ≤1 ogni 200 m e/o briglie aperte	4		
C	*Alvei a pendenza ≤1%*: presenza briglie, traverse, casse in linea >1 ogni 1000 m *Alvei a pendenza >1%*: briglie consolidamento >1 ogni 200 m e/o briglie trattenuta a corpo pieno oppure presenza di diga e/o invaso artificiale all'estremità a valle del tratto (*qualunque pendenza*)	6		
	Nel caso la densità di opere trasversali, incluse soglie e rampe (vedi A9), è >1 ogni d , aggiungere *dove d=100 m in alvei a pendenza >1%, o d=500 m in alvei a pendenza ≤1%*	12		

A5	**Opere di attraversamento**			
A	Assenza di opere di attraversamento	0		
B	Presenza di alcune opere di attraversamento (≤1 ogni 1000 m in media nel tratto)	2		
C	Presenza diffusa di opere di attraversamento (>1 ogni 1000 m in media nel tratto)	3	x	

Opere di alterazione della continuità laterale

A6	**Difese di sponda**			
A	Assenza o solo difese localizzate (≤5% lunghezza totale sponde ovvero somma di entrambe)	0		
B	Presenza di difese per ≤33% lunghezza totale sponde (ovvero somma di entrambe)	3		
C	Presenza di difese per >33% lunghezza totale sponde (ovvero somma di entrambe)	6		
	Nel caso di difese di sponda per quasi tutto il tratto (>80%), aggiungere	12	x	

Opere di alterazione della morfologia dell'alveo e/o del substrato

A9	**Altre opere di consolidamento e/o di alterazione del substrato**			
A	Assenza soglie o rampe e rivestimenti assenti o localizzati (≤5% tratto)	0		
B	Presenza soglie o rampe (≤1 ogni *d*) e/o rivestimenti ≤25% permeabili e/o ≤15% imperm.	3		
C1	Presenza soglie o rampe (>1 ogni *d*) e/o rivestimenti ≤50% permeabili e/o ≤33% imperm.	6		
C2	Presenza di rivestimenti >50% permeabili e/o >33% impermeabili	8		
	dove d=200 m in alvei a pendenza >1%, o d=1000 m in alvei a pendenza ≤1%			
	Nel caso di rivestimenti del fondo (permeabili e/o impermeabili) per quasi tutto il tratto (>80%), aggiungere	12	x	

Interventi di manutenzione e prelievo

A10	Rimozione di sedimenti		
A	Assenza di interventi di rimozione di sedimenti almeno negli ultimi 20 anni	0	
B	Rimozioni localizzate negli ultimi 20 anni	3	
C	Rimozioni diffuse negli ultimi 20 anni	6	

Non si applica nel caso di alveo con fondo in roccia

A11	Rimozione di materiale legnoso		
A	Assenza di interventi di rimozione di materiale legnoso almeno negli ultimi 20 anni	0	
B	Rimozione parziale negli ultimi 20 anni	2	x
C	Rimozione totale negli ultimi 20 anni	5	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

A12	Taglio della vegetazione in fascia perifluviale		
A	Vegetazione arborea sicuramente non soggetta ad interventi negli ultimi 20 anni	0	
B	Taglio selettivo nel tratto e/o raso su ≤50% del tratto negli ultimi 20 anni	2	x
C	Taglio raso su >50% del tratto negli ultimi 20 anni	5	

Non si valuta al di sopra del limite del bosco o in corsi d'acqua con naturale assenza di vegetazione perifluviale

VARIAZIONI MORFOLOGICHE

			parz.	prog.	conf.
V1	Variazioni della configurazione morfologica	*(si applica solo ad alvei con larghezza>30 m)*			
A	Assenza di variazioni di configurazione morfologica rispetto ad anni '50	0			
B	Variazioni di configurazione morfologica rispetto ad anni '50	3			

V2	Variazioni di larghezza	*(si applica solo ad alvei con larghezza>30 m)*	
A	Variazioni di larghezza nulle o limitate (≤15%) rispetto ad anni '50	0	
B	Variazioni di larghezza >15% rispetto ad anni '50	3	

V3	Variazioni altimetriche	*(si applica solo ad alvei con larghezza>30 m)*	
A	Variazioni della quota del fondo trascurabili (fino 0.5 m)	0	
B	Variazioni della quota del fondo limitate o moderate (≤ 3 m)	4	
C	Variazioni della quota del fondo intense (> 3 m)	8	

Non si valuta nel caso di assoluta mancanza di dati, informazioni ed evidenze sul terreno

Firmato digitalmente da

GIUSEPPE CERVAROLO

CN = CERVAROLO GIUSEPPE
e-mail = ing.cervarolo@libero.it
C = IT