

Strumenti IDRAIM per una gestione integrata dei corsi d'acqua ed esempi di riqualificazione fluviale

Francesco Comiti
Libera Università di Bolzano
Email: francesco.comiti@unibz.it

Si ringraziano: Massimo Rinaldi (Univ. Firenze), Nicola Surian (Univ. Padova), Martina Bussettini (ISPRA), Luca Messina (Provincia Autonoma di Bolzano - Agenzia per la Protezione Civile), Andrea Andreoli (UNIBZ) e Vittoria Scorpio (EURAC)

IDRAIM (*sistema **IDR**omorfologico di valutazione, **Analisi** e **Monitoraggio** dei corsi d'acqua*)



ISPRA



IDRAIM

Sistema di valutazione
idromorfologica,
analisi e **monitoraggio**
dei corsi d'acqua

Versione aggiornata 2016

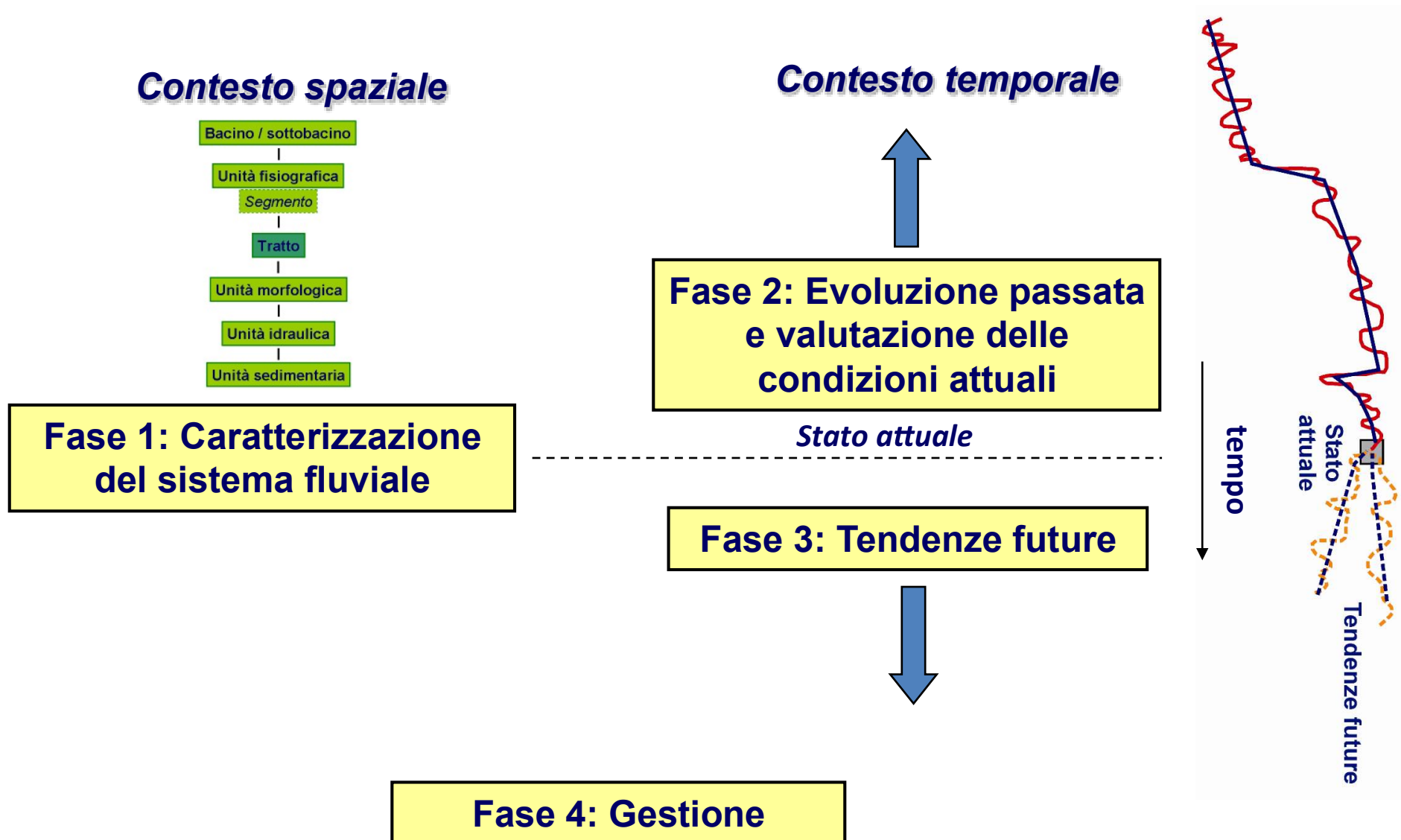


131 / 2016

MANUALI E LINEE GUIDA

<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/idraim-sistema-di-valutazione-idromorfologica-analisi-e-monitoraggio-dei-corsi-d2019acqua-versione-aggiornata-2016>

Struttura complessiva IDRAIM



FASE II: Evoluzione passata e valutazione delle condizioni attuali

Valutazione qualità morfologica

- Indice di Qualità Morfologica (IQM)

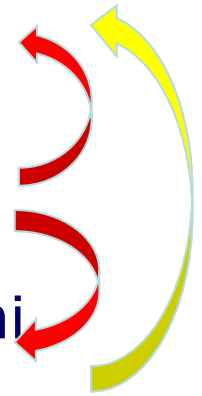
Valutazione dinamica morfologica (pericolosità)

- Indice di Dinamica Morfologica (IDM)
- Classificazione Dinamica Evento (CDE)
- Fasce Fluviali di Dinamica Morfologica (FDM, FDE)

Indicatori IQM

Tre componenti:

- **Funzionalità:** processi e forme responsabili per il funzionamento del corso d'acqua
- **Artificialità:** presenza e frequenza di elementi artificiali
- **Variazioni morfologiche:** variazioni recenti (ultimi 100 anni circa) legate a fattori antropici



Valutazione di pressioni e risposte morfologiche che guida interpretazione delle cause di alterazione

Indicatori IQM

1. Continuità

A. Longitudinale



B. Laterale



2. Morfologia

A. Configurazione morfologica



B. Configurazione sezione



C. Substrato



3. Vegetazione



Funzionalità

Artificialità

***Variazioni
morfologiche***

Funzionalità

CODICE	INDICATORE	CAMPO APPLICAZIONE
Funzionalità geomorfologica		
Continuità		
F1	Continuità longitudinale nel flusso di sedimenti e materiale legnoso	Tutti
F2	Presenza di piana inondabile	Solo NC
F3	Connessione tra versanti e corso d'acqua	Solo C
F4	Processi di arretramento delle sponde	Solo NC
F5	Presenza di una fascia potenzialmente erodibile	Solo NC
Morfologia		
Configurazione morfologica		
F6	Morfologia del fondo e pendenza della valle	Solo C
F7	Forme e processi tipici della configurazione morfologica	NC : tutti; C : Solo CI/W
F8	Presenza di tipiche forme di pianura	Solo fiumi pianura NC
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		
F12	Ampiezza formazioni funzionali	Tutti
F13	Estensione lineare formazioni funzionali lungo le sponde	Tutti

CONFINAMENTO

C: confinati

NC: semi- e non confinati

MORFOLOGIA

CS: canale singolo

CI/W: canali intrecciati / wandering

DIMENSIONI

P: piccoli/medi (<30 m)

G: grandi (>30 m)

Struttura risposte

<i>A1</i>	<i>Indicatore</i>	
A	Alterazioni trascurabili	0
B	Medie alterazioni	3
C	Forti alterazioni	6

- Risposte: **assegnazione a classi** (classificazione indicatore) piuttosto che determinazione precisa dell' indicatore stesso
- Si può tener conto del **grado di confidenza delle risposte** (la difficoltà di rispondere ad alcune domande non preclude la valutazione)

Indice di Dinamica Morfologica (IDM)

Morfologia e processi

M1: Tipologia di alveo

M2: Erodibilità sponde

M3: Erodibilità fondo

M4: Processi di erosione di sponda

M5: Tendenze larghezza

M6: Tendenze fondo

Artificialità

A1: Protezioni sponde

A2: Protezioni fondo

Variazioni morfologiche

V1: Variazioni di configurazione

V2: Variazioni di larghezza

V3: Variazioni altimetriche

SCHEDA DI VALUTAZIONE DELLA DINAMICA MORFOLOGICA

versione 1 - giugno 2012

GENERALITA'

Dati	Orientato
Bacino	Corno d'acqua
Estensione incinta	Esistenza valle
Codice Sagnetto	Codice Tratto
	Lunghezza tratto (m)

TIPOLOGIA D'ALVEO

Caratteristico	S=Concaviforme, N=Convexo
Morfologia	R=Inflesso, S=Dreuso, M=Mileformante, SD=Transizionale snacco bene allineata, M=Transizionale wending, C=Canal intrecciato, A=Avanzatissimo
Lunghezza media alveo (m)	

DATI UTILIZZATI

Immagine per situazione attuale e tendenze laterali)	(nome, anno)
Immagine situazione attuale	(nome, anno)
Immagine oltre 10-20 anni	(nome, anno)
Eventuali rilev topografici (per bacchini o variazioni altimetriche)	(nome, anno)
Attuale	(nome, anno)
Ulteri 10-20 anni	(nome, anno)
Precedente	(nome, anno)

MORFOLOGIA E PROCESSI

	pes.	lung. tot.
M1 Tipologia d'alveo		
A Configurazione morfologica associata a condizioni di energia e trasporto al fondo estremamente basse (rettilineo o sinuosi a pendenza costante, fondo piatto, privi di barre)	0	
B Configurazione morfologica associata a condizioni di bassa energia e trasporto al fondo moderato, irregolarità o smorzamento privi di barre	3	media > 20 m
C Configurazione morfologica associata a condizioni di media energia e trasporto al fondo sinuoso o irregolare con barre, sinuosità a intervalli regolari	6	media > 20 m
D Configurazione morfologica associata a condizioni di elevata energia e trasporto al fondo wending, a canali intrecciati	10	

M2 Incertezza delle sponde

	pes.	lung. tot.
A Presenza di sponde alternanti erodenti (non protetti) non costive <10% o costive >50% della lunghezza totale sponde (ovvero sistema di entrambe)	0	
B Presenza di sponde alternanti erodenti (non protetti) non costive >10% o costive >50% della lunghezza totale sponde (ovvero sistema di entrambe)	2	
C Presenza di sponde alternanti erodenti (non protetti) non costive >10% o costive >50% della lunghezza totale sponde (ovvero sistema di entrambe)	4	
D Presenza di sponde alternanti erodenti (non protetti) non costive >10% o costive >50% della lunghezza totale sponde (ovvero sistema di entrambe)	6	
E Presenza di sponde alternanti erodenti (non protetti) non costive >10% o costive >50% della lunghezza totale sponde (ovvero sistema di entrambe)	8	

Nel caso di sponde prive di copertura vegetale >10% lunghezza totale, passare alla classe superiore

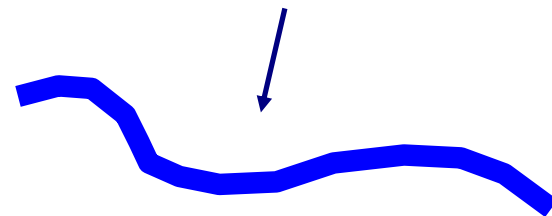
Nel caso di sponde prive di copertura vegetale >10% lunghezza totale, passare a due classi superiori

parz.: paraggi parziali (centrale) prog.: paraggi progressivi livello confidenza tra due classi

conf.: livello di confidenza nella risposta, con M-Medio, B-Basso (Alto è omesso)

0 = Assoluta o quasi totale sicurezza (alta lunghezza totale sponde)

1	0	1	0
2	1	1	0
3	2	2	1
4	3	3	2
5	4	4	3
6	5	5	4
7	6	6	5
8	7	7	6
9	8	8	7
10	9	9	8
11	10	10	9
12	11	11	10
13	12	12	11
14	13	13	12
15	14	14	13
16	15	15	14
17	16	16	15
18	17	17	16
19	18	18	17
20	19	19	18
21	20	20	19
22	21	21	20
23	22	22	21
24	23	23	22
25	24	24	23
26	25	25	24
27	26	26	25
28	27	27	26
29	28	28	27
30	29	29	28
31	30	30	29
32	31	31	30
33	32	32	31
34	33	33	32
35	34	34	33
36	35	35	34
37	36	36	35
38	37	37	36
39	38	38	37
40	39	39	38
41	40	40	39
42	41	41	40
43	42	42	41
44	43	43	42
45	44	44	43
46	45	45	44
47	46	46	45
48	47	47	46
49	48	48	47
50	49	49	48
51	50	50	49
52	51	51	50
53	52	52	51
54	53	53	52
55	54	54	53
56	55	55	54
57	56	56	55
58	57	57	56
59	58	58	57
60	59	59	58
61	60	60	59
62	61	61	60
63	62	62	61
64	63	63	



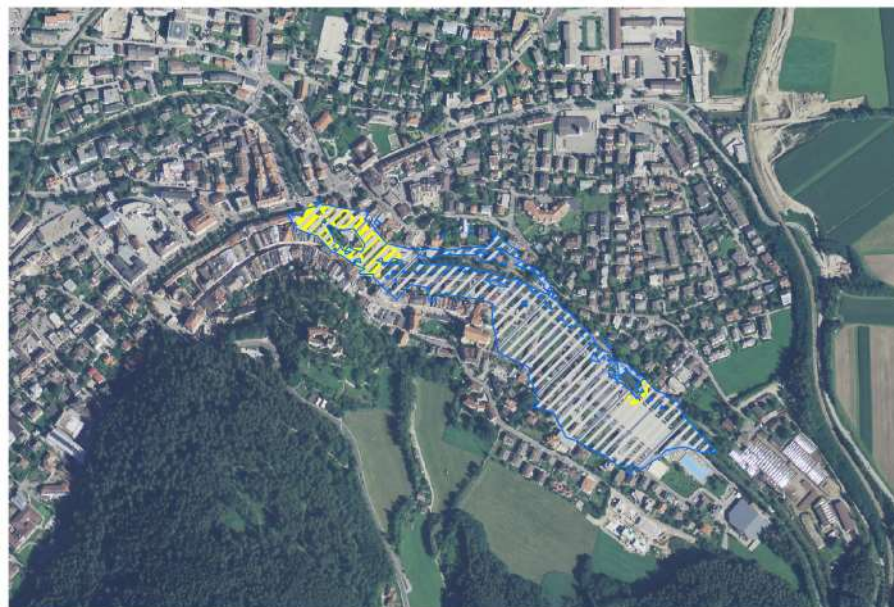
Tratto (valutazione 'lineare')

Classificazione Dinamica Evento (CDE)



Danni derivanti da modifiche morfologiche non previsti nelle mappe di inondabilità (erosioni)

Aree inondate diverse rispetto a quelle previste nelle mappe di pericolosità «idraulica» a stesso TR (condizioni al contorno variate)



Classificazione Dinamica Evento (CDE)

Approccio: percorso logico (*flow chart*)

Scopi: identificare tratti con propensione a variazione del contorno fisico più rilevanti, al fine di tener conto di pericolosità legata a dinamica d'alveo ed eseguire modellazioni più aderenti alla realtà.



Definizione di ‘evento’ : $TR > 100$ anni

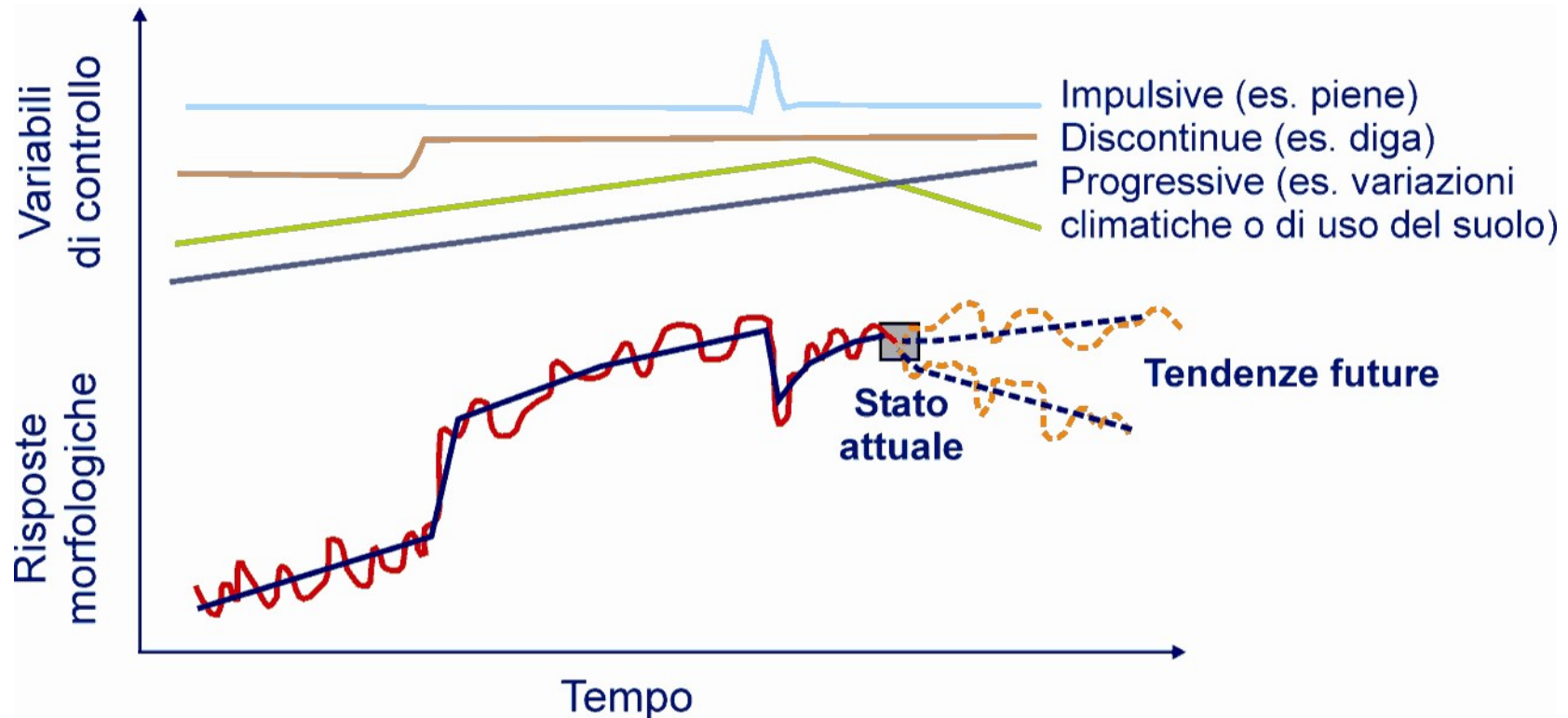
Fasce fluviali di dinamica morfologica

	Evoluzione storica	Erosione potenziale e probabilità di avulsioni	Elementi naturali di confinamento	Opere di difesa e altri elementi antropici
FDM	Anni '50 XX sec. - presente	50 anni	Non prioritario	Prioritario
FDE	XIX/inizio XX sec. - presente	Fattore moltiplicativo: 50 o 100	Prioritario/Non prioritario(*)	Non prioritario

(*) Gli elementi naturali di confinamento sono prioritari per alvei di piccole dimensioni, mentre non lo sono per quelli di grandi dimensioni.

L'applicazione dello schema generale (Tabella) tiene inoltre conto dell'ambito fisiografico e morfologia dell'alveo (collinare-montano e di pianura, S, dimensioni alveo)

FASE III: Tendenze future

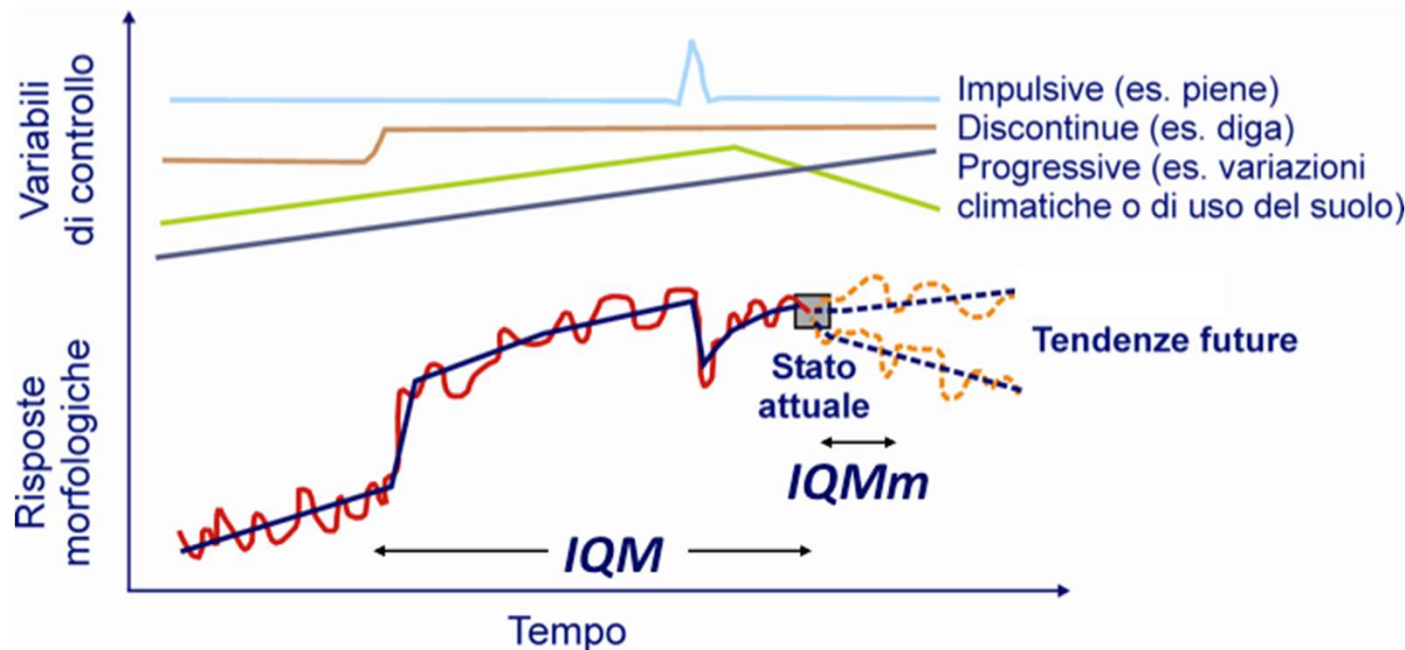


Monitoraggio

- Monitoraggio e analisi di parametri morfologici
- Indice di Qualità Morfologica di monitoraggio (***IQMm***)

L'IQM di monitoraggio (IQM_m)

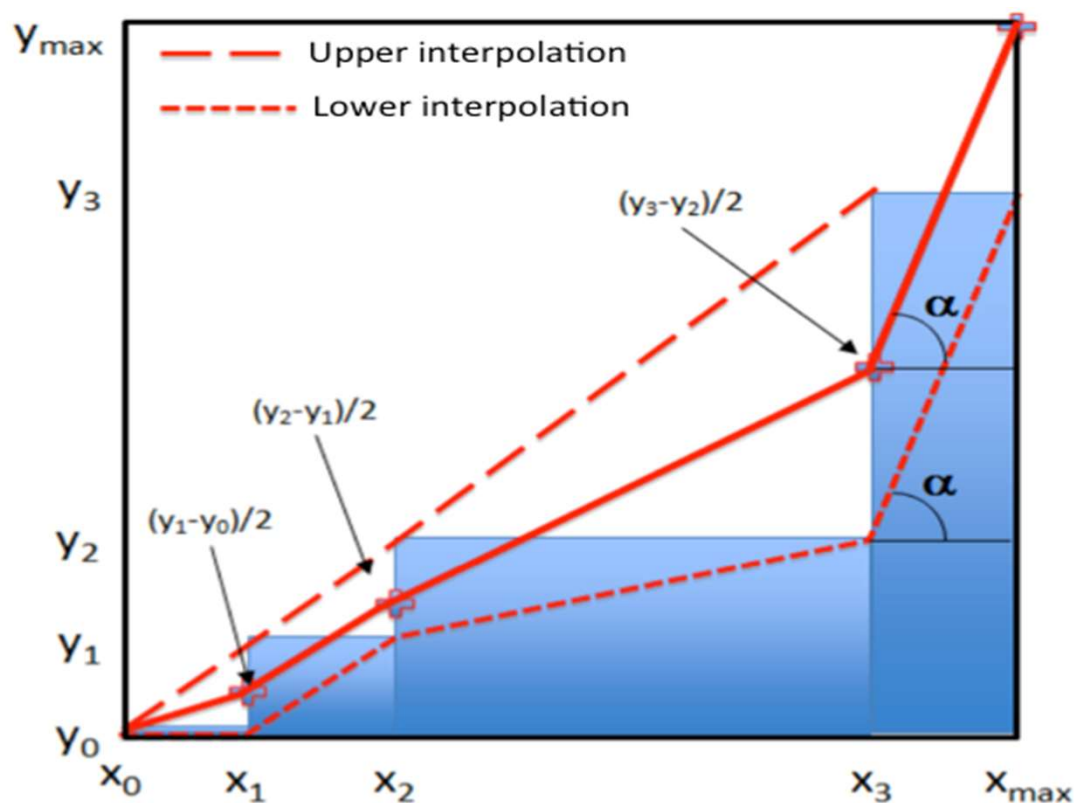
	Scopo	Scala temporale	Punteggi	Applicazioni
<i>IQM</i>	Valutazione dello stato attuale	50 – 100 anni	Classi discrete	Strumento per valutare scostamento rispetto a condizioni indisturbate
<i>IQM_m</i>	Monitoraggio	5 – 10 anni	Funzioni continue	Strumento per valutare variazioni della qualità morfologica nel breve periodo



Applicazioni: (1) Monitoraggio; (2) Valutazione di impatto di opere (*ante operam* vs. *post operam*)

Differenze tra IQM e IQMm

- Indicatori *IQM* basati su classi discrete: sostituite da funzioni continue



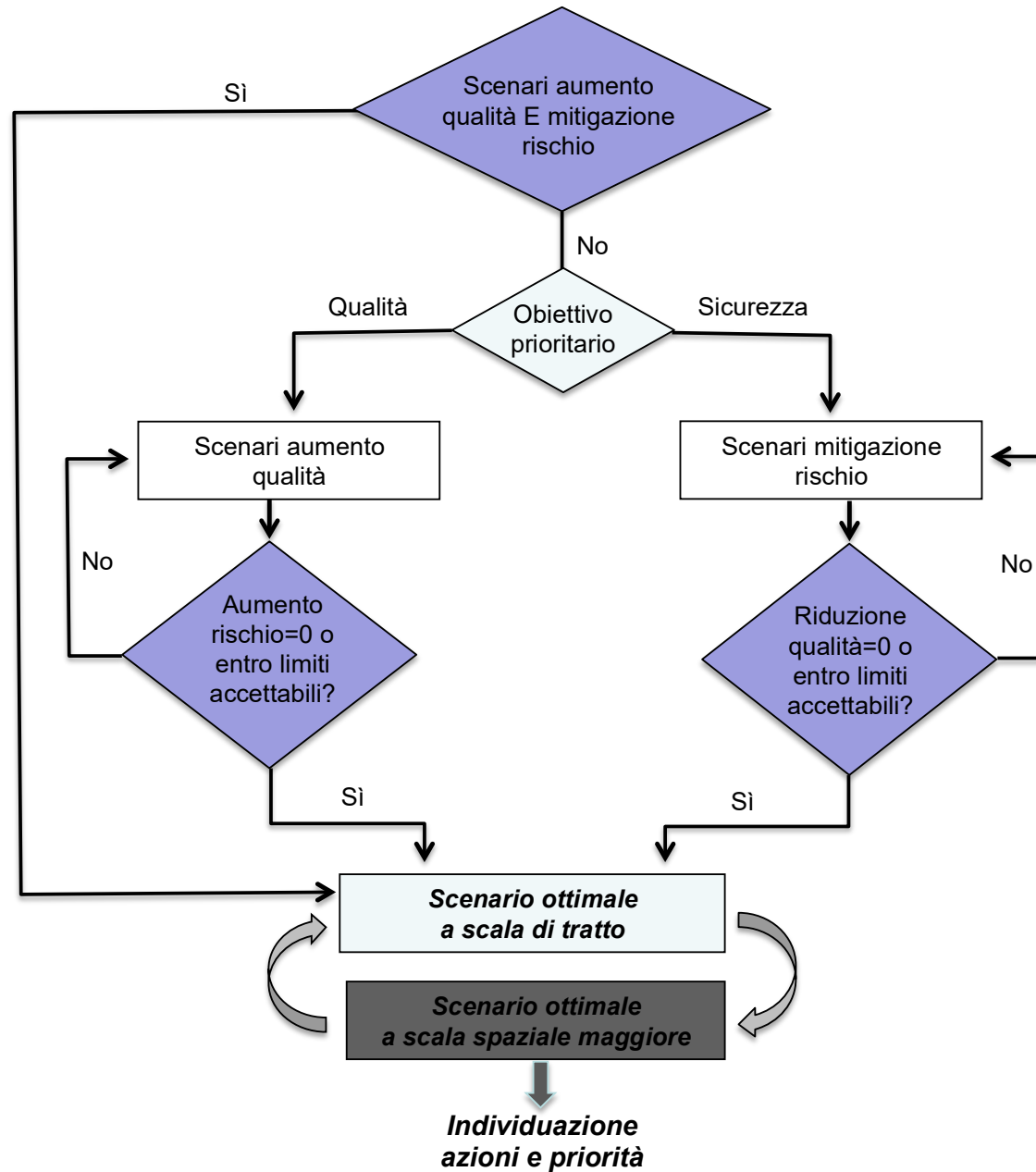
Uso integrato di IQM e IQMm

- *IQMm* e *IQM* valutano la qualità morfologica ad una diversa scala temporale: non alternativi ma **complementari** tra loro.
- ***IQM***: giudizio complessivo adatto per scopi di classificazione dello stato morfologico (indice di stato)
- ***IQMm***: indice di tendenza della qualità morfologica: adatto per scopi di monitoraggio.

Fase 4: Gestione

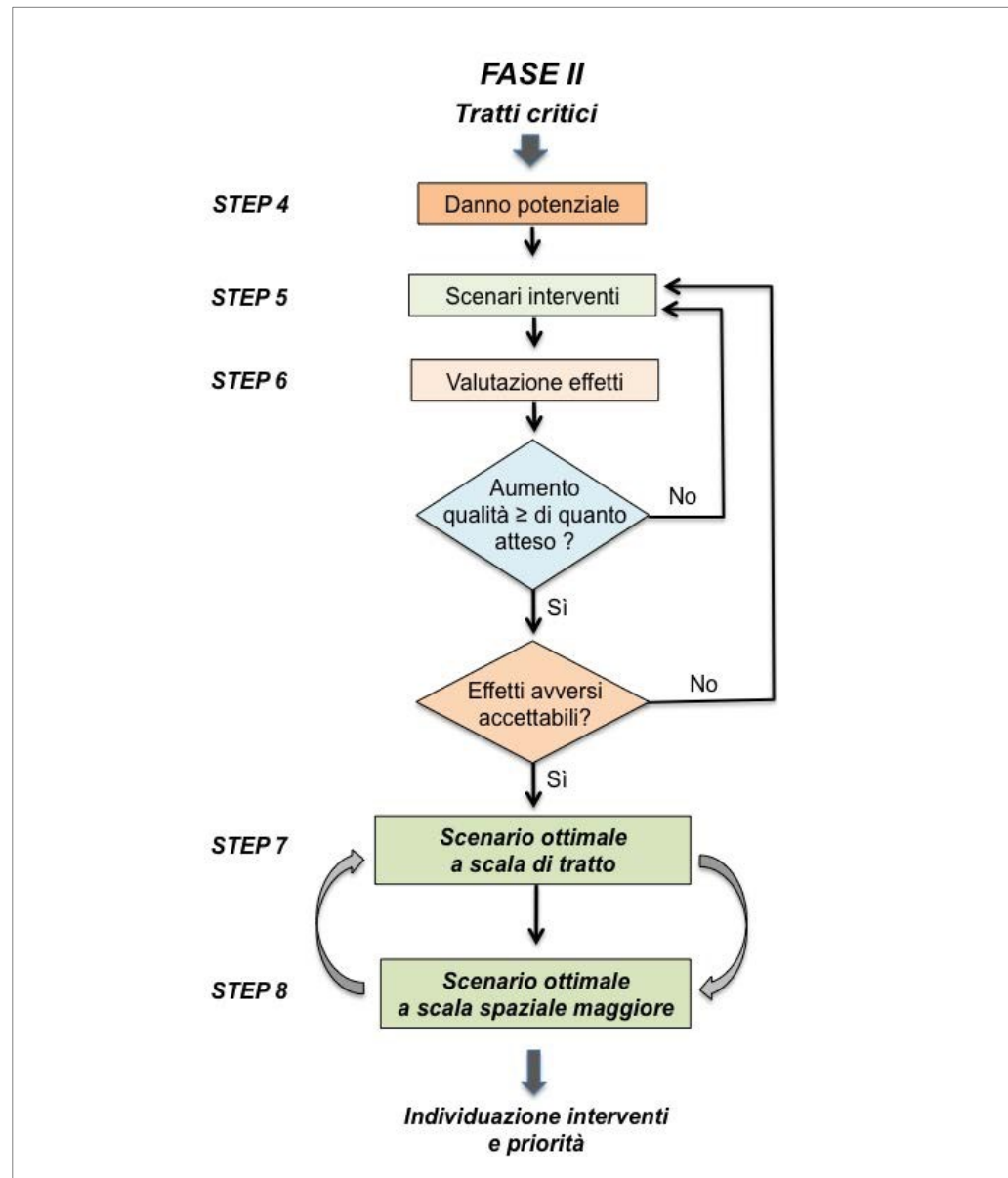
- (1) Metodologia IDRAIM focalizzata su **gestione processi geomorfologici**
- (2) Necessario affiancare **analisi idrauliche** finalizzate a valutazione **rischio inondazione**
- (3) Valutazione azioni tiene in considerazione **obiettivi prioritari di qualità ambientale e riduzione rischio**
- (4) Seppure IDRAIM sviluppato per WFD e FD, è uno strumento utilizzabile anche per **altre finalità**
- (5) Procedura per supporto **scelte gestionali da un punto di vista esclusivamente tecnico** relativamente ad aspetti geomorfologici.

Gestione



Azioni di miglioramento idromorfologico

FASE II: DEFINIZIONE DEGLI SCENARI DI INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO IDROMORFOLOGICO



Come aumentare la qualità idromorfologica ?

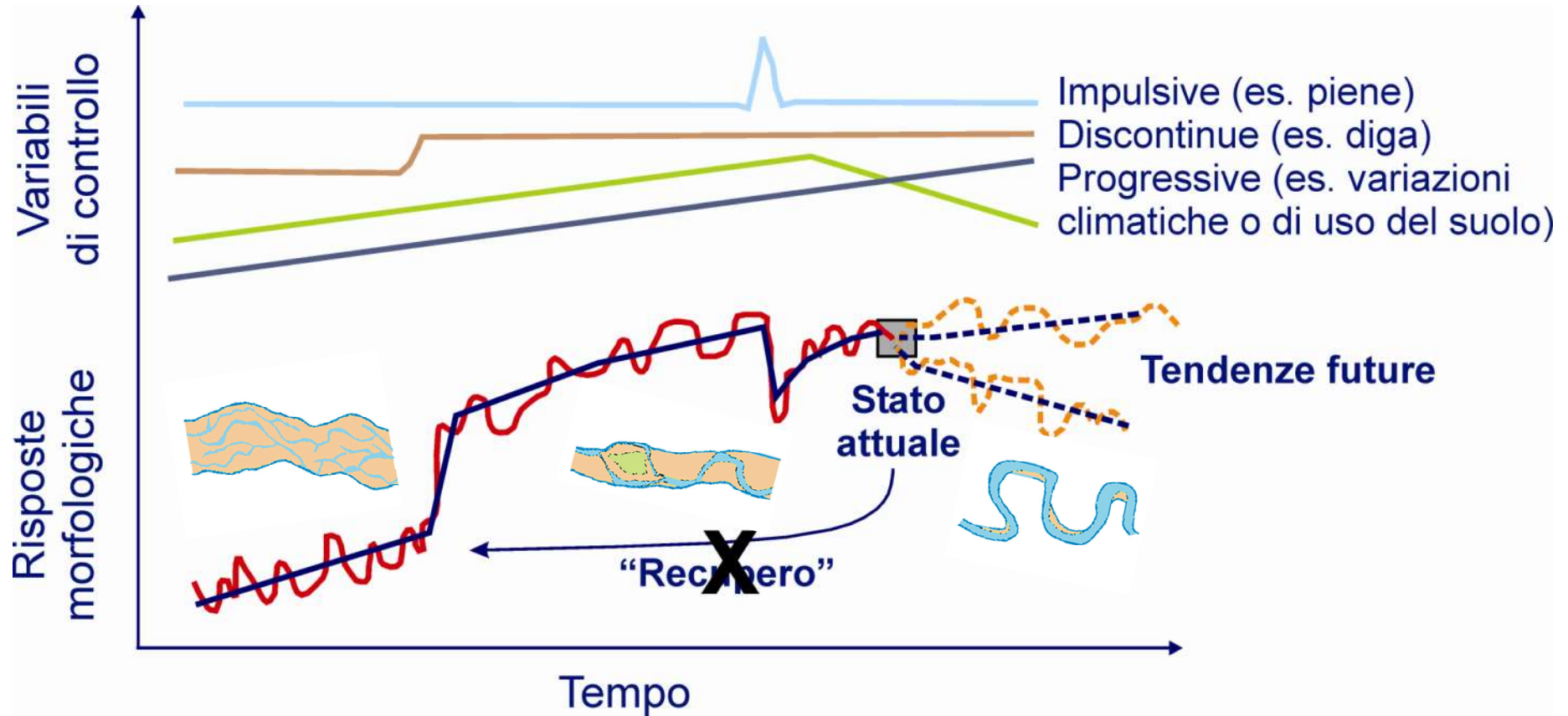
Esistono vari gradi di interventi possibili per aumentare la qualità idromorfologica dei corsi d'acqua:

- **Ripristino: completo ritorno** strutturale e funzionale allo stato naturale precedente l'alterazione umana. Rappresenta un obiettivo ideale raramente raggiungibile nella pratica
- **Riqualficazione: parziale ritorno** strutturale e funzionale allo stato naturale precedente l'alterazione umana
- **Miglioramento: intervento di piccole dimensioni** che comporti un piccolo incremento della qualità idromorfologica
- **Rinaturalizzazione:** Creazione di un **assetto morfologico completamente nuovo**, ovvero che non esisteva precedentemente in quel sito

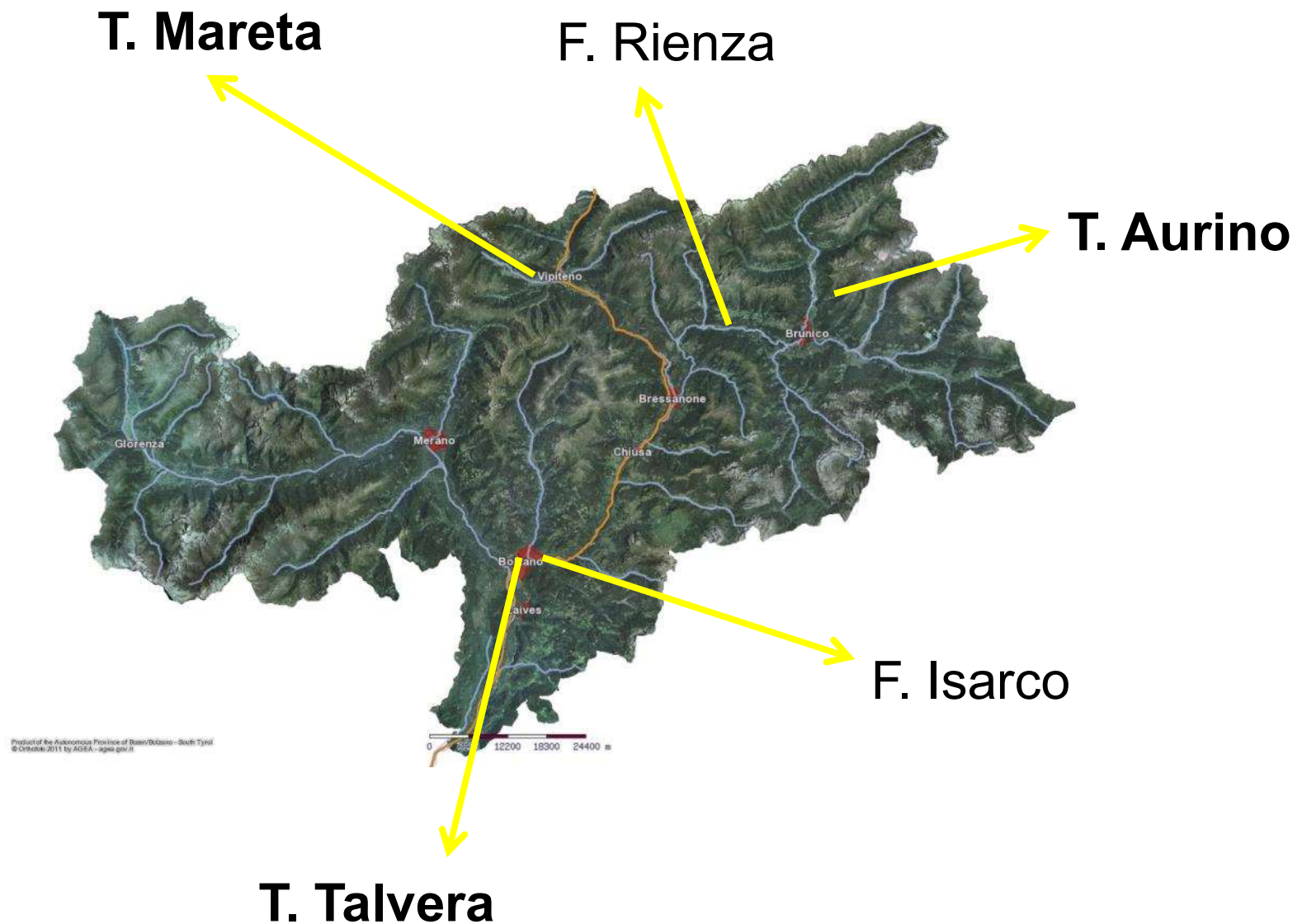
Obiettivi e scale degli interventi

- Obiettivi abiotici (idromorfologici e qualità chimico-fisica) danno maggiori garanzie anche per la componente biologica
- Si dovrebbe sempre considerare l'intero corridoio fluviale, cioè il sistema fiume-piana alluvionale (ed i versanti nel caso dei tratti confinati)
- Scale spaziali troppo piccole (longitudinali e laterali) comportano molto spesso risultati non duraturi e richiedenti interventi successivi
- Un ottica a scala di bacino idrografico è necessaria per garantire la sostenibilità di lungo periodo degli interventi

Quale obiettivo idromorfologico da perseguire?

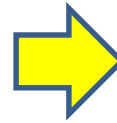


I maggiori interventi di riqualificazione fluviale in Alto Adige (ed in Italia)



T. Talvera: variazioni morfologiche passate

1950



2010



T. Talvera: interventi 2015

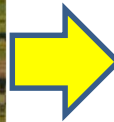
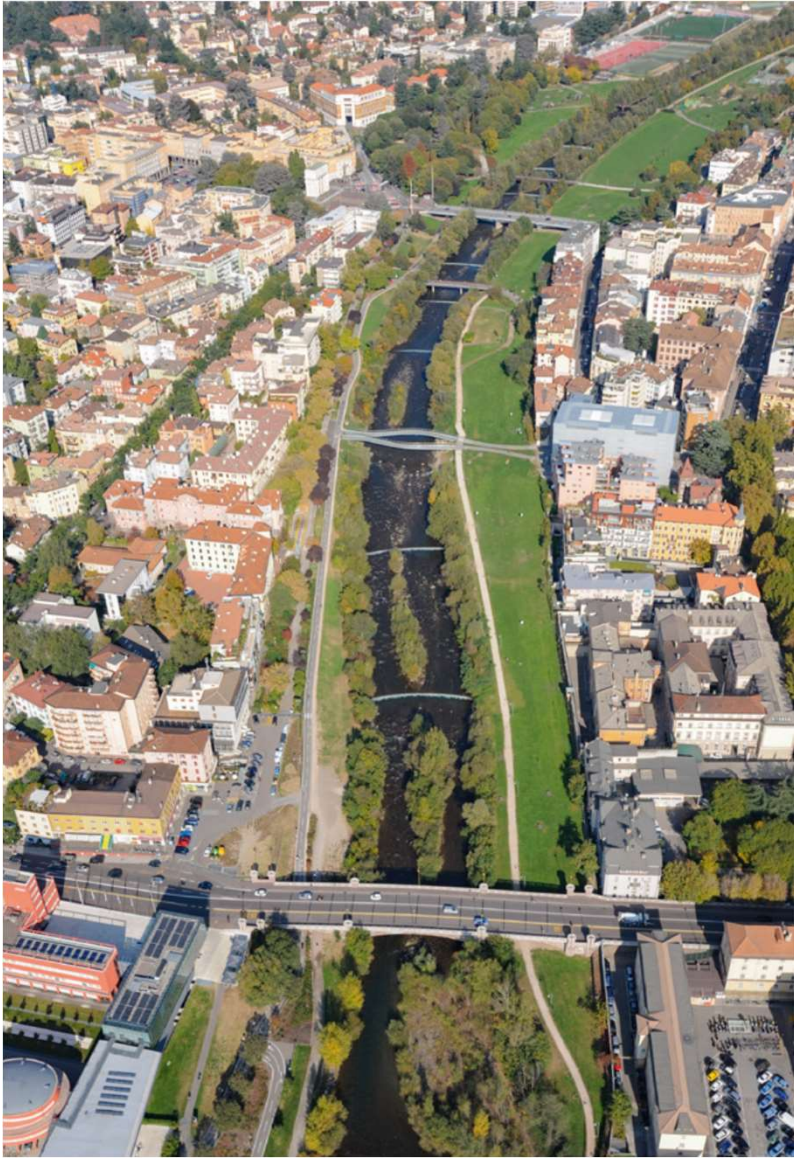


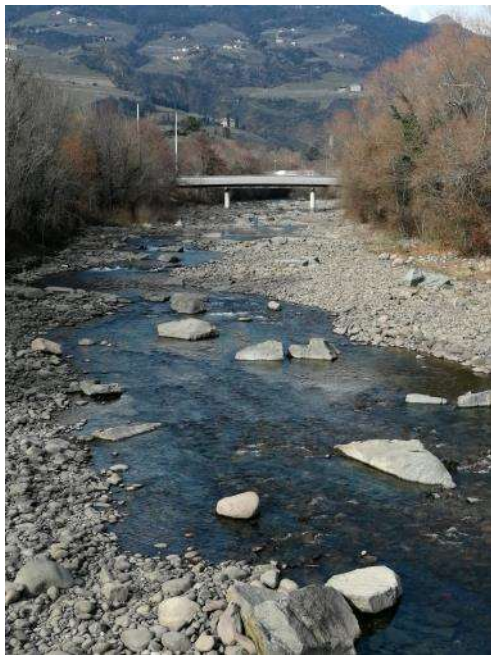
Foto: Luca Messina (Prov. Aut. Bolzano)

T. Talvera: interventi 2015

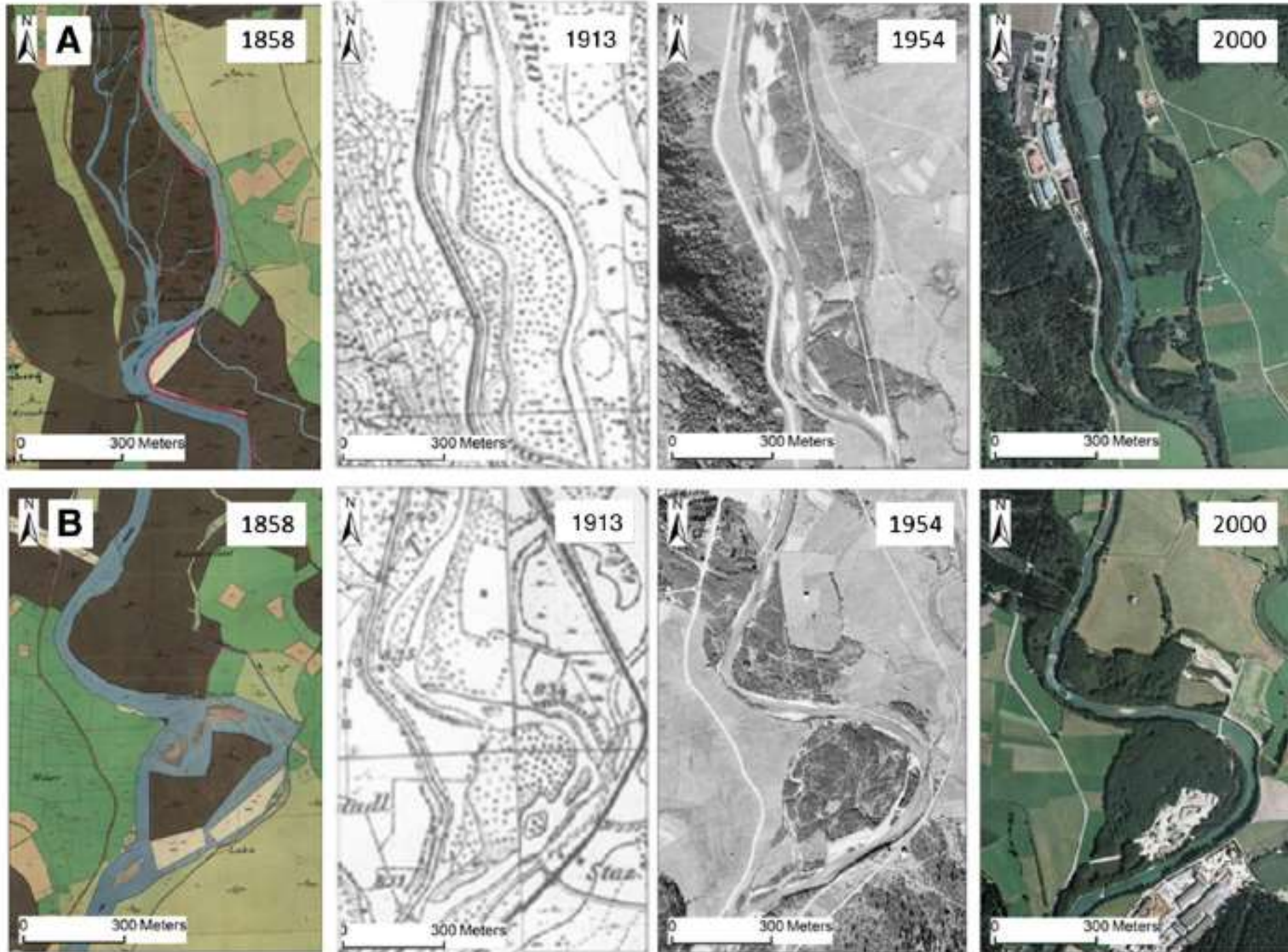


Foto: Luca Messina (Prov. Aut. Bolzano)

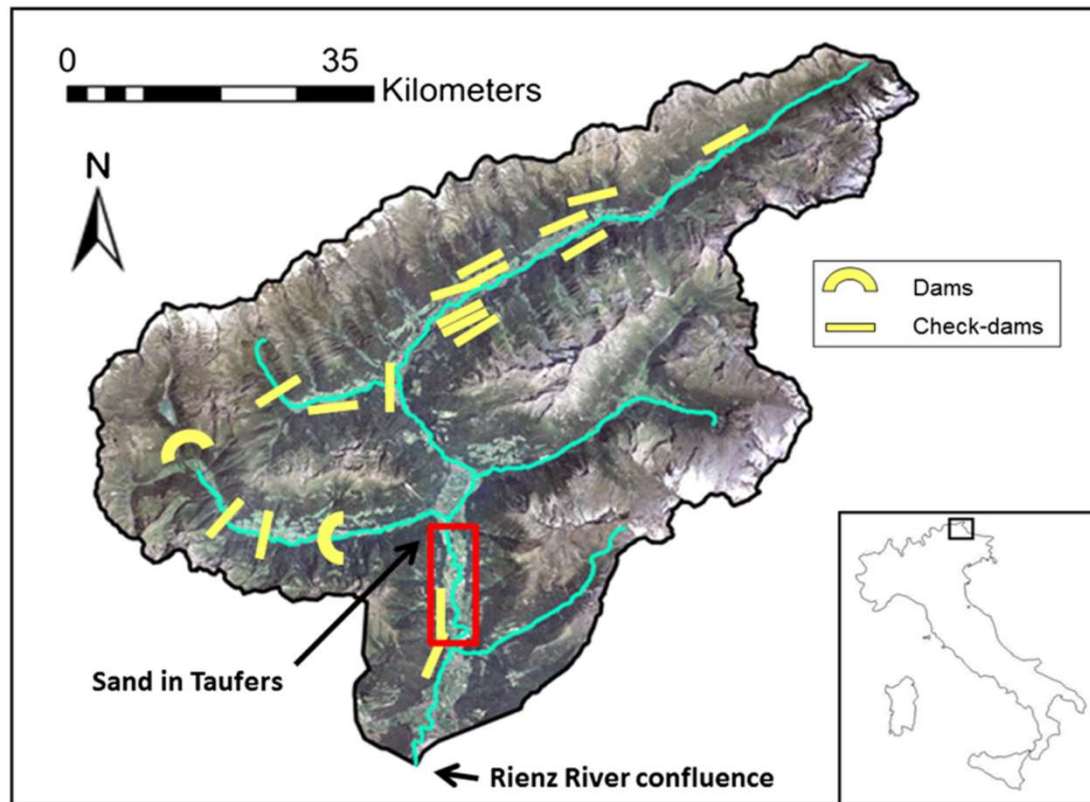
T. Talvera: interventi 2015



T. Aurino: variazioni morfologiche passate



T. Aurino: Interventi di riqualificazione



from Campana et al. 2012



T. Aurino a Molini di Tures: interventi 2004

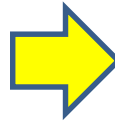


Foto: Luca Messina (Prov. Aut. Bolzano)

T. Aurino a Gais: interventi 2009 - 2016



Foto: Luca Messina (Prov. Aut. Bolzano)

Valutazione IQM/IQMm su T. Aurino

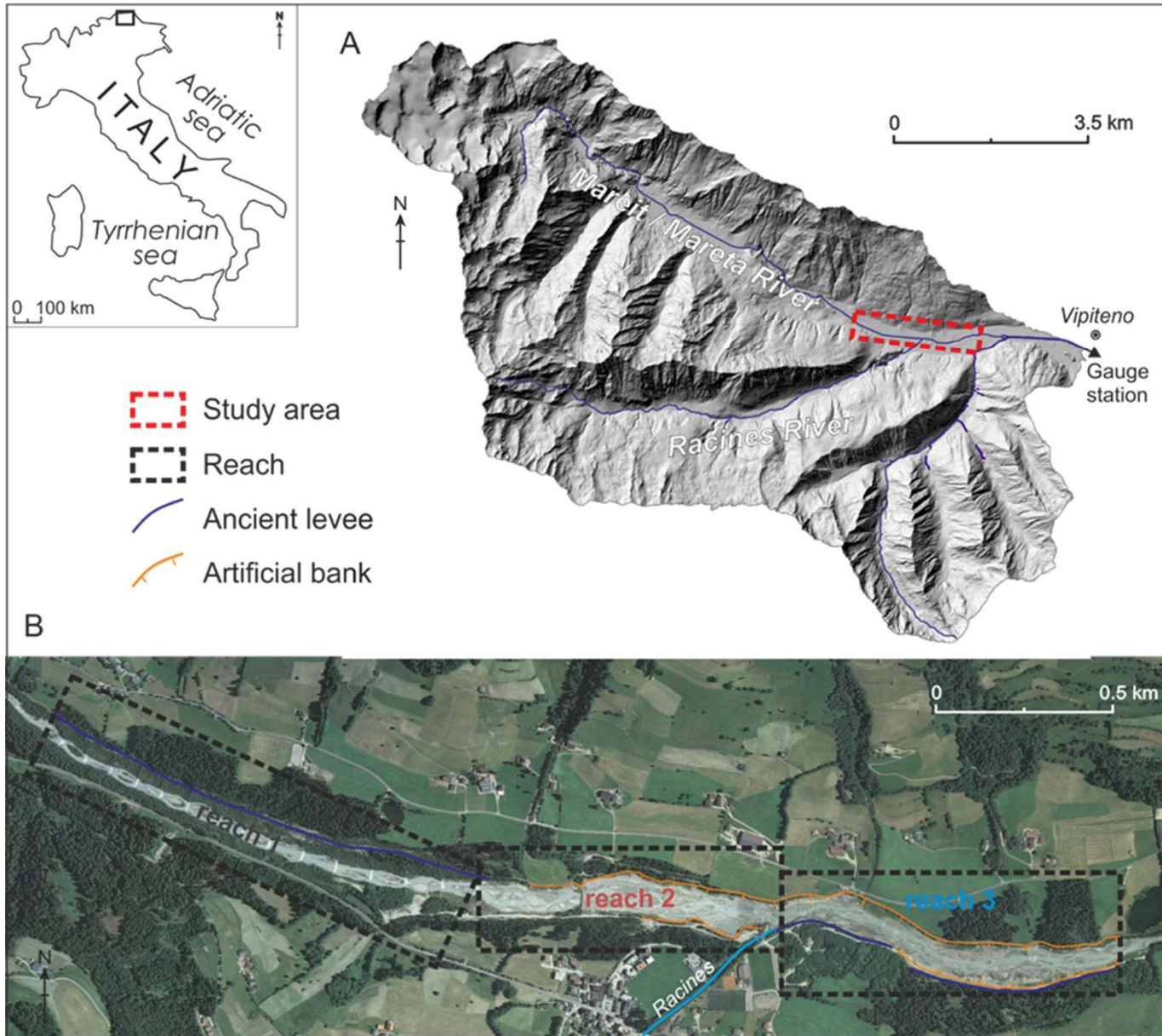
Indicators	Pre-restoration		Post-restoration	
	MQI	MQIm	MQI	MQIm
F1 – Longitudinal continuity in sediment and wood flux	A	0	A	0
F2 – Presence of a modern floodplain	C	4.40	C	4.40
F4 – Processes of bank retreat	C	3.50	B	2.50
F5 – Presence of a potentially erodible corridor	B	2.50	B	2.50
F7 – Planform pattern	B	3.55	A	1.20
F9 – Variability of the cross-section	B	2.50	B	2.50
F10 – Structure of the channel bed	C1	6.50	A	0
F11 – Presence of in-channel large wood	C	3.50	A	0
F12 – Width of functional vegetation	C	2.14	C	2.52
F13 – Linear extension of functional vegetation	C	5.78	B	5.73
A1 – Upstream alteration of flows	A	0	A	0
A2 – Upstream alteration of sediment discharges	B1	4.50	B1	4.50
A3 – Alteration of flows in the reach	A	0	A	0
A4 – Alteration of sediment discharge in the reach	A	0	A	0
A5 – Crossing structures	B	2.00	A	0
A6 – Bank protections	B	4.50	A	0
A7 – Artificial levees	A	0	A	0
A8 – Artificial changes of river course	A	0	A	0
A9 – Other bed stabilization structures	B	3.31	B	3.00
A10 – Sediment removal	C	7.50	C	4.50
A11 – Wood removal	B	3.50	B	3.50
A12 – Vegetation management	B	3.50	B	3.50
Final score of MQI and MQIm	0.54	0.67	0.73	0.79
MQI class	M		G	

Il bacino del Rio Mareta



Foto: Luca Messina (Prov. Aut. Bolzano)

Area di studio

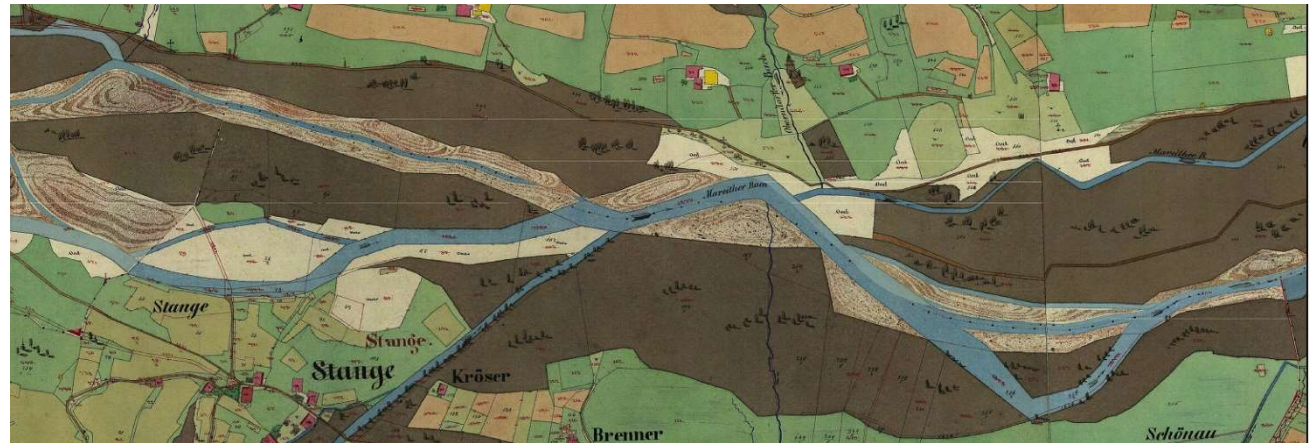


3 tratti:

- Tratto 1
(non riqualificato)
- Tratti 2 e 3
(riqualificati)

- Il Mareta presentava una morfologia di tipo “anabranching” nel 19° secolo, come in molti altri fiumi alpini

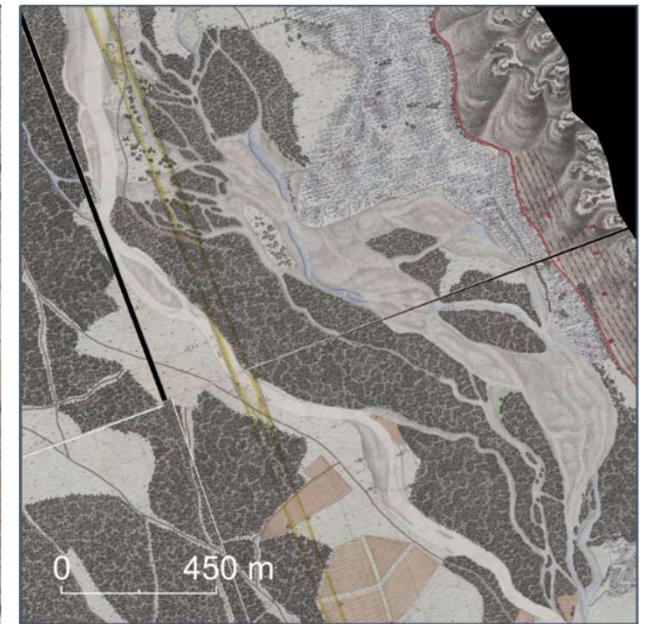
Mareta



Aurino



Adige





***Rio Mareta
negli anni
1960-1970***



1970



2005



Traiettoria evolutiva prima della riqualificazione



Multicanale
a canali intrecciati
con isole



Multicanale
a canali intrecciati



Transizionale
Presenza delle briglie



A canale singolo
Alveo stabilizzato

Rio Mareta: interventi di riqualificazione

- **Condotta tra il 2008 ed il 2010**



Il Mareta durante ed
immediatamente dopo le
operazioni di riqualificazione



Rio Mareta: interventi di riqualificazione



Demolizione parziale di 16 soglie e consolidamento dell'alveo con rampe in materiale sciolto (peso min. 2t)

Particolare del tratto riqualificato. Si noti l'assenza di vegetazione in alveo.
Foto 23/09/2010.



Il Rio Mareta prima e dopo



Traiettoria evolutiva dopo della riqualificazione



A canale singolo
Alveo stabilizzato



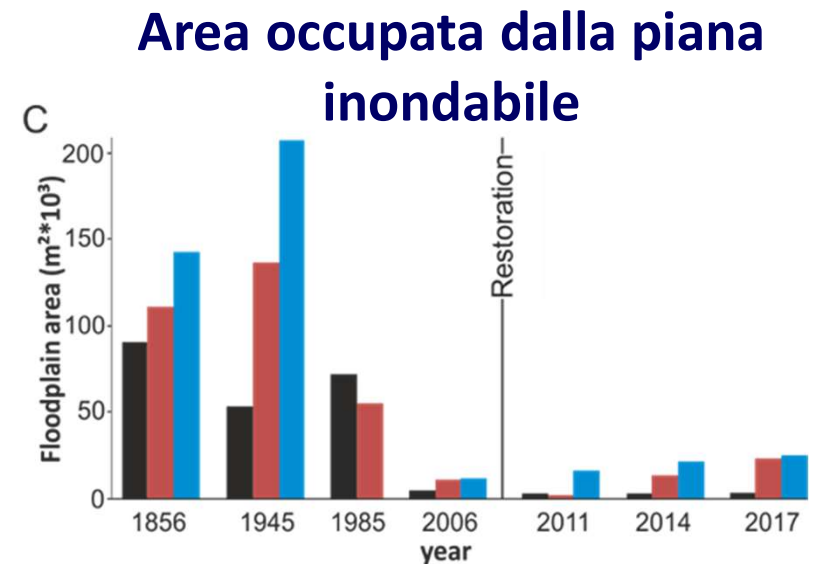
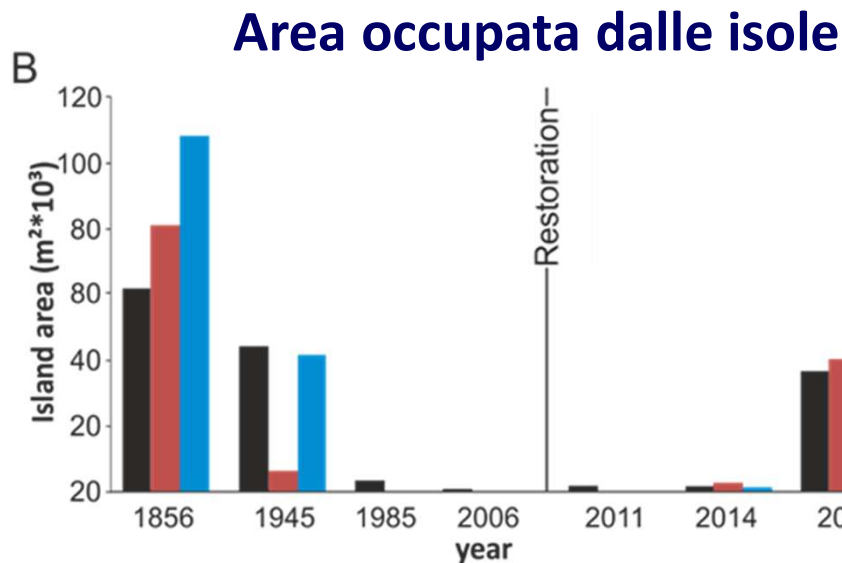
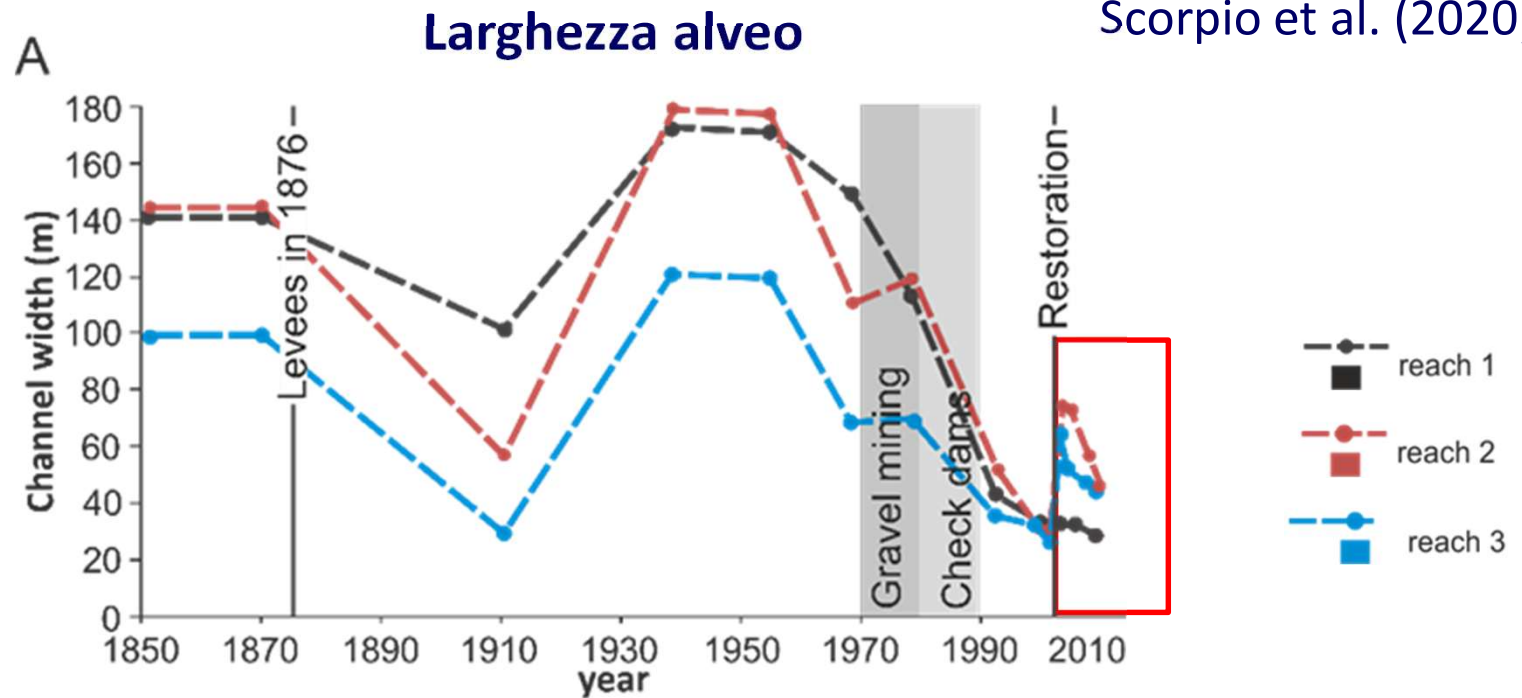
Transizionale
Canali multipli



Transizionale
Canali multipli
con isole
incipienti

Traiettoria evolutiva dopo della riqualificazione

Scorpio et al. (2020)







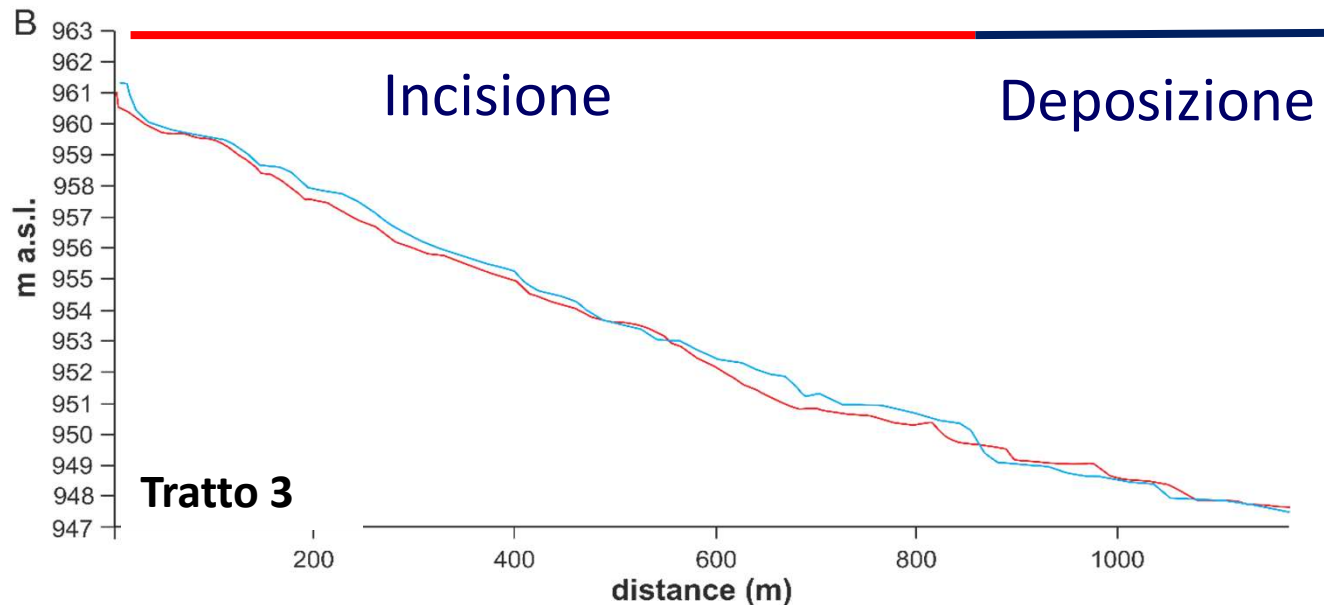
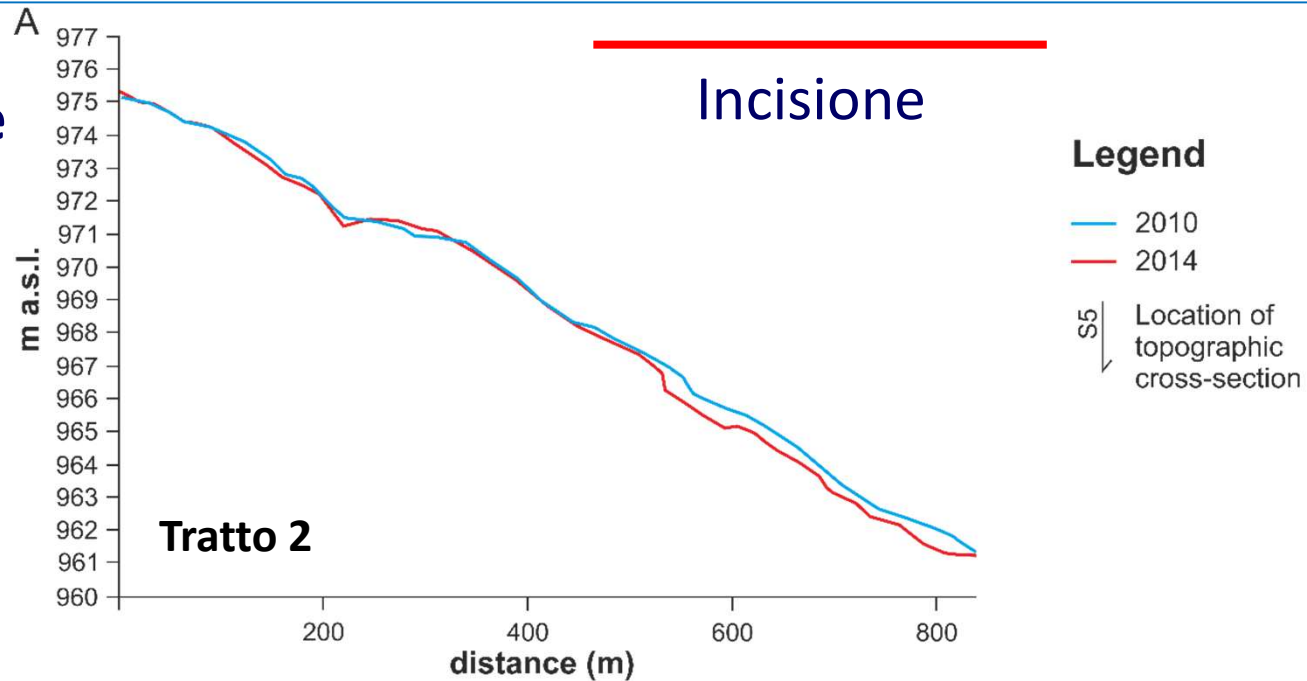




Variazioni altimetriche dopo la riqualificazione

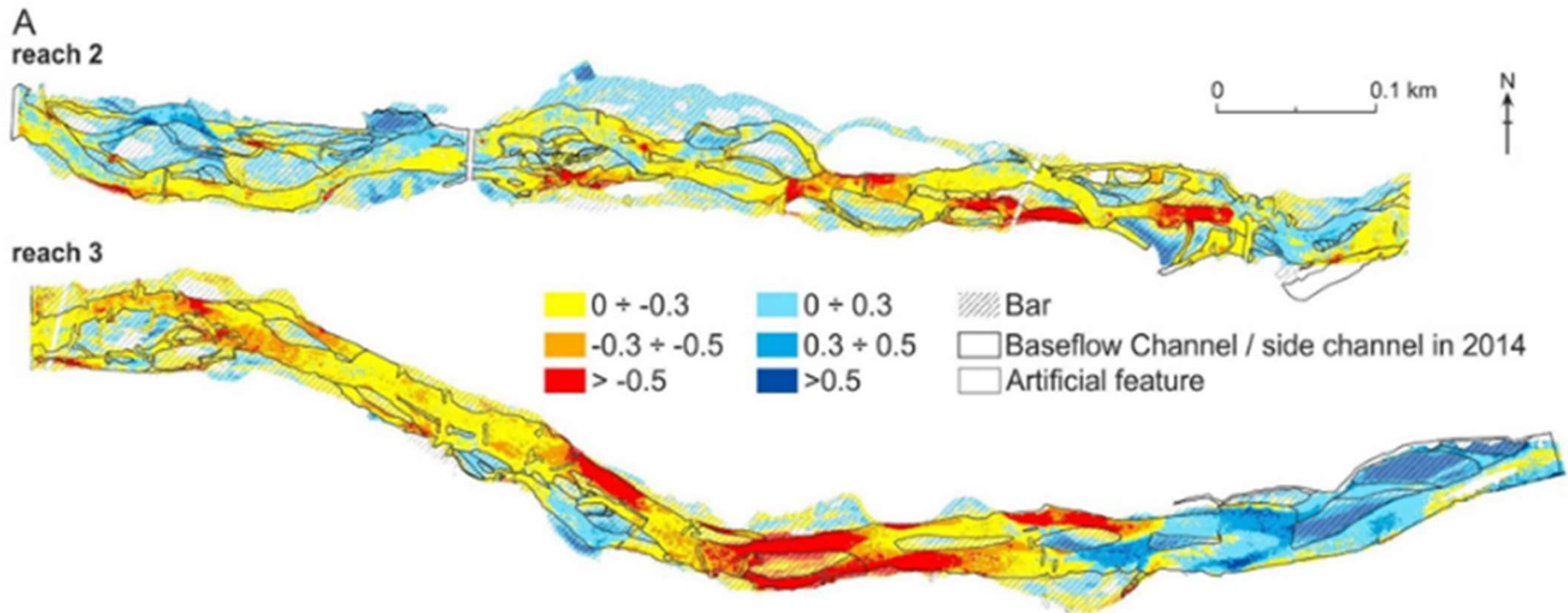
Profilo
longitudinale

2010- 2014



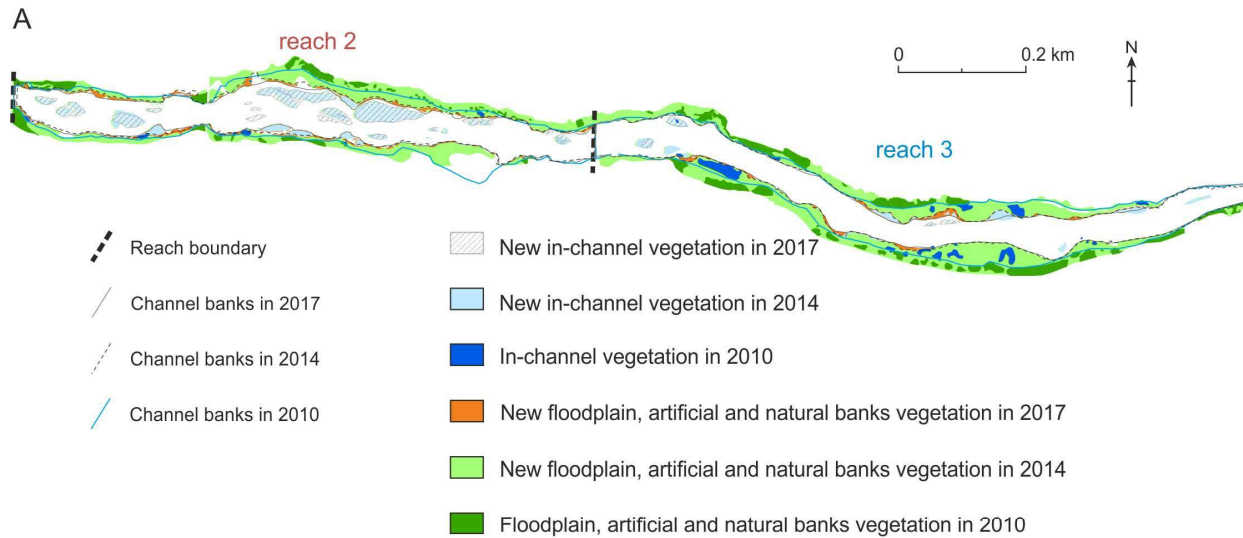
Variazioni altimetriche dopo la riqualificazione

2010 – 2014 (“DEM of Difference”)



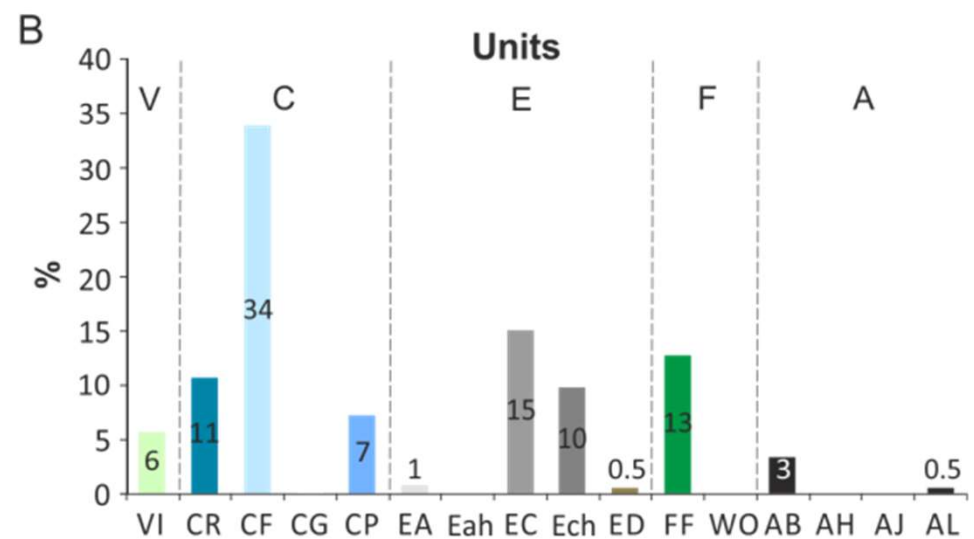
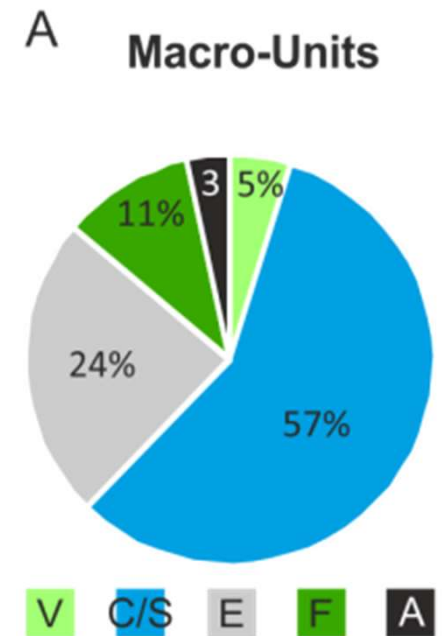
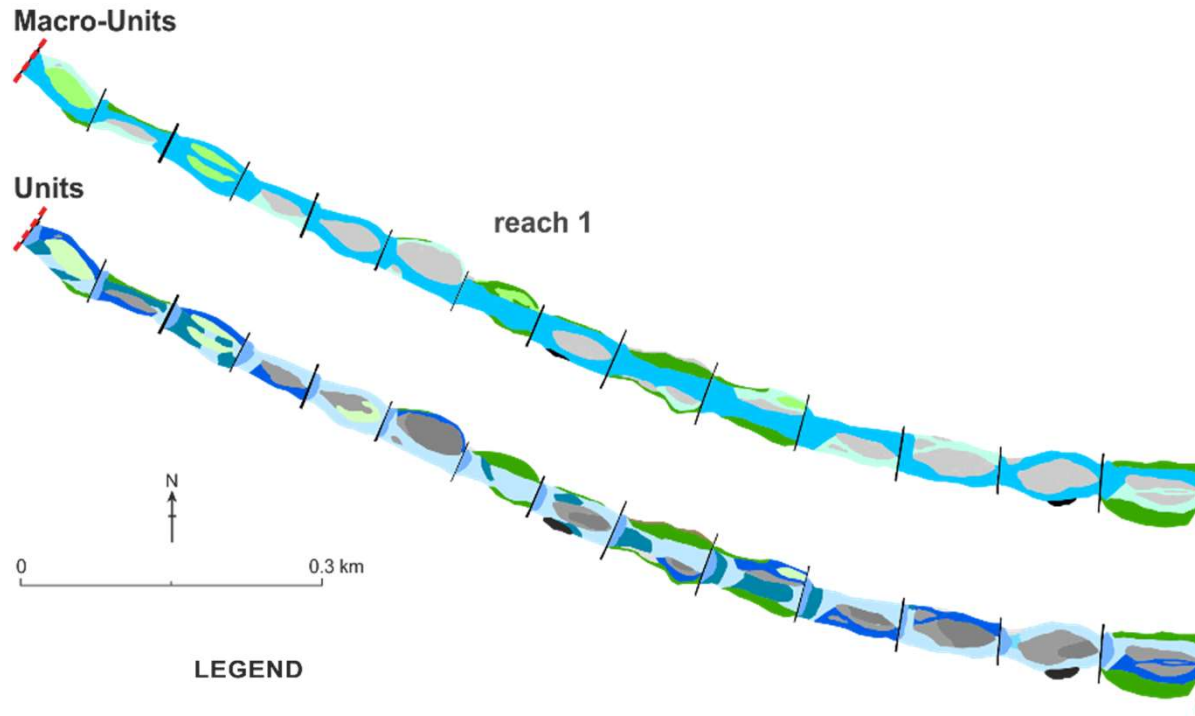
Dinamica della vegetazione

2010 - 2017

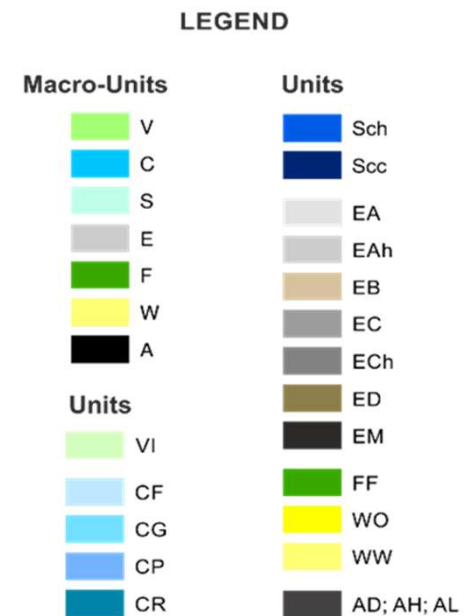
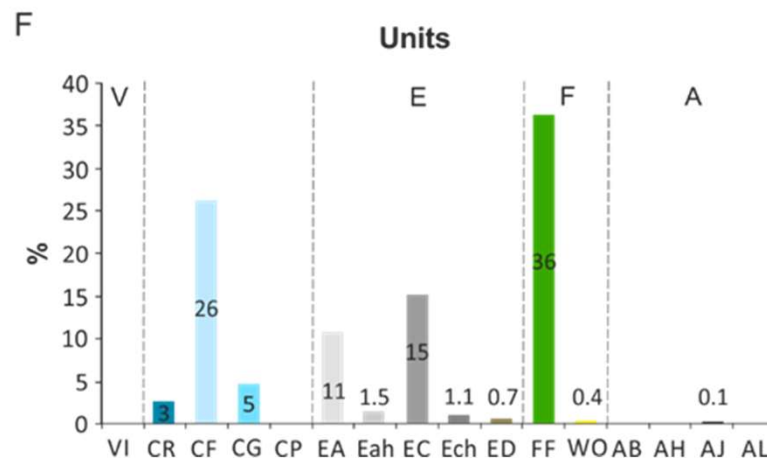
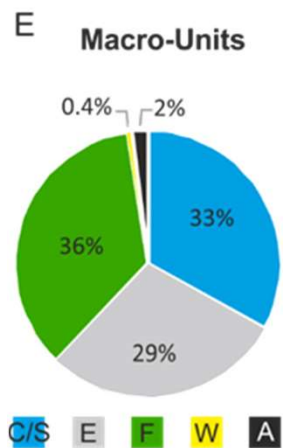
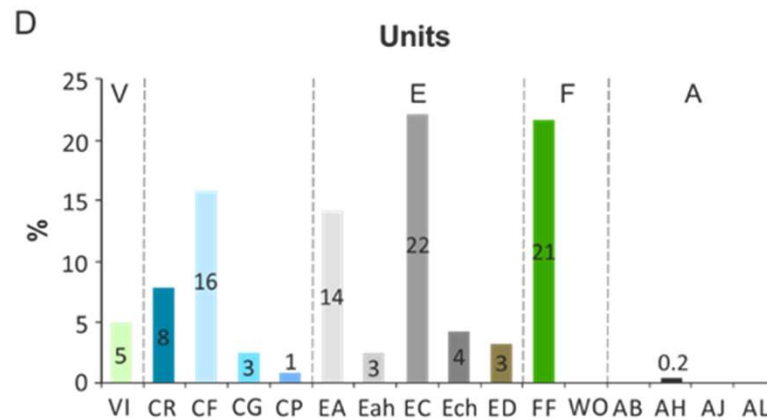
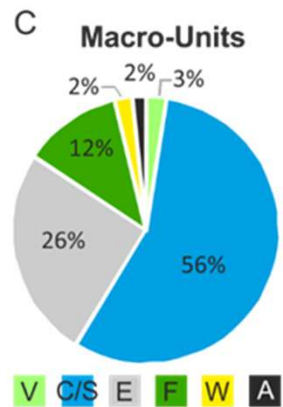
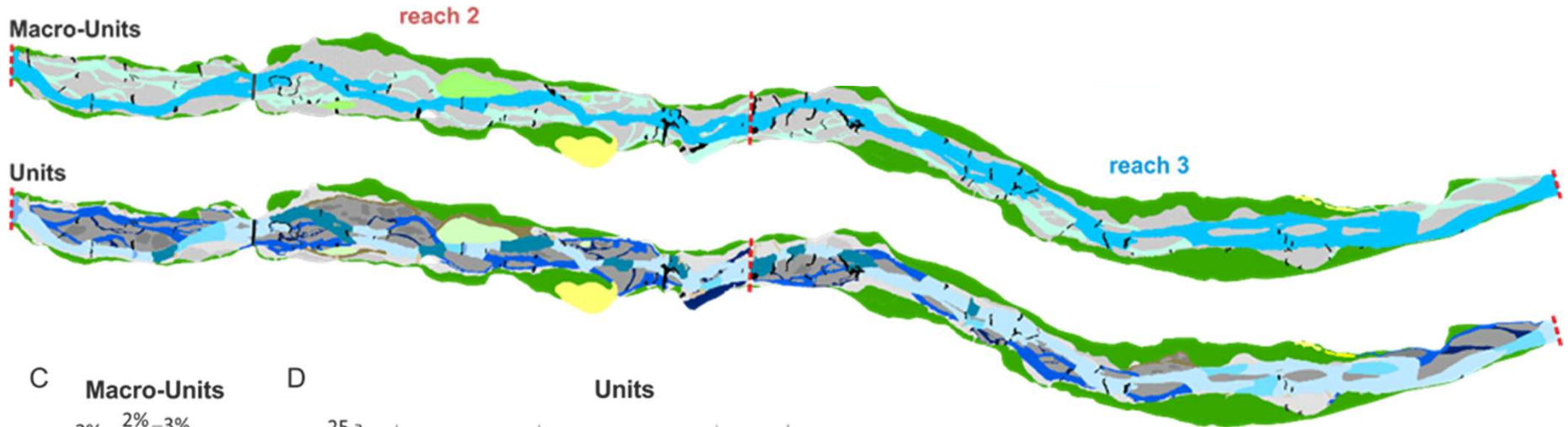


- Vegetazione ancora in fase di colonizzazione delle barre (2010) e loro trasformazione in piana e isole
- Densità e biomassa totale della vegetazione in rapido aumento
- *Salix purpurea*, *Salix daphnoides*, *Alnus incana* dominanti
- Aumento di *Myricaria germanica*

Unità morfologiche – tratto 1



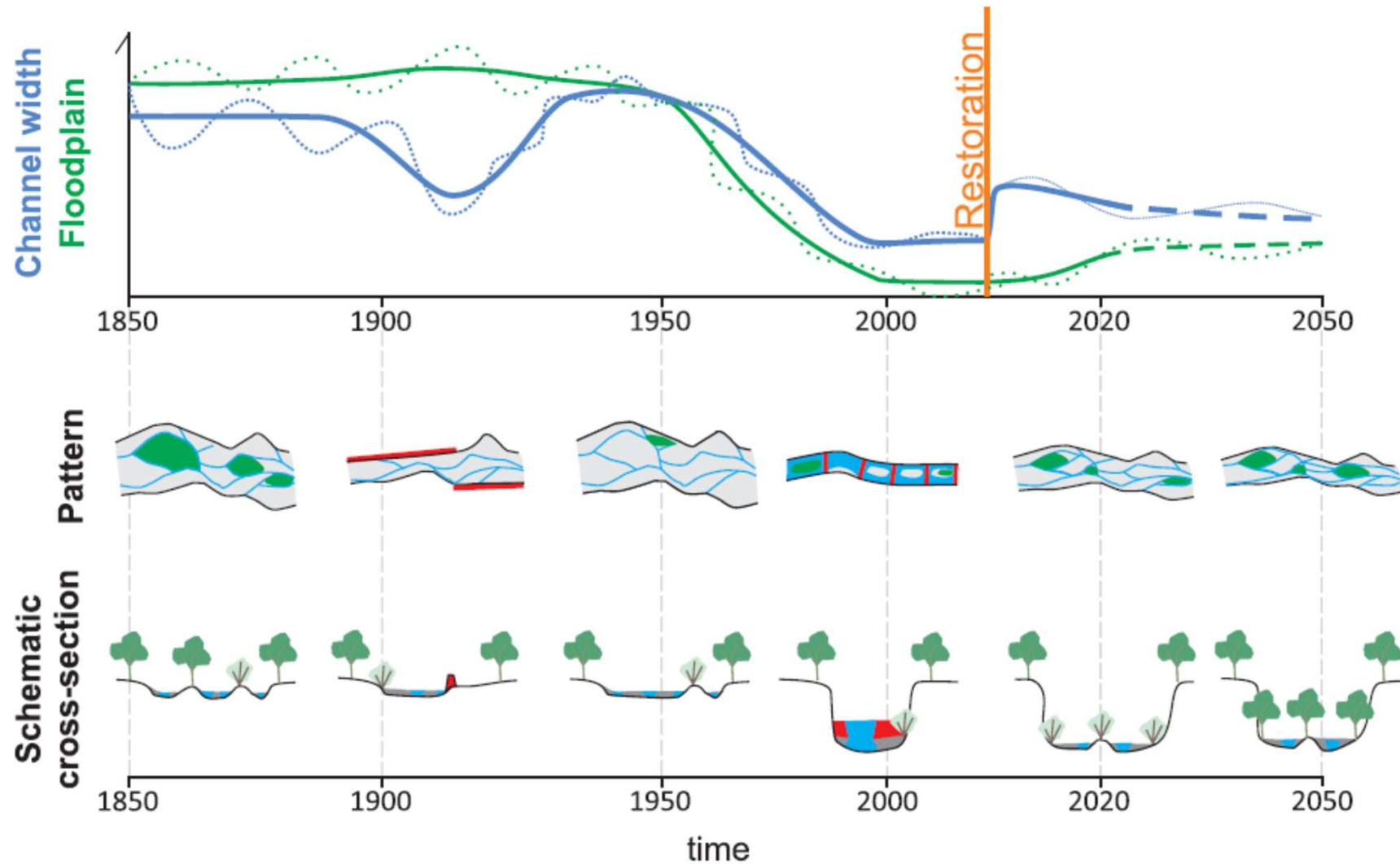
Unità morfologiche – tratti 2 e 3



Valutazione IQM su T. Mareta

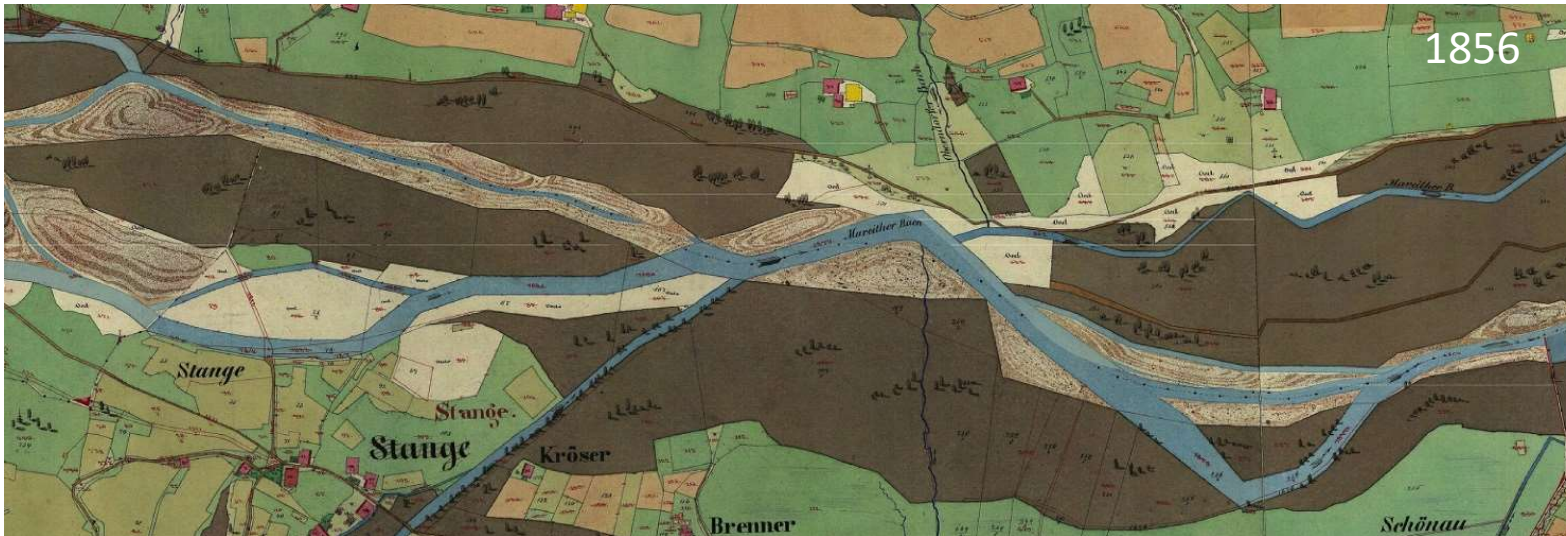
	Indicator	Reach 1	Reach 2	Reach 3
Functionality	F1 – Longitudinal connectivity in sediment and wood flux	C	B	A
	F2 – Presence of modern floodplain	C	B	B
	F4 – Processes of bank retreat	C	C	C
	F5 – Presence of a potentially erodible corridor	C	B	B
	F7 – Planform pattern	C	A	A
	F9 – Variability of the cross-section	C	A	A
	F10 – Structure of the channel bed	C1	B	B
	F11 – Presence of in-channel large wood	C	C	C
	F12 – Width of functional vegetation	B	C	C
	F13 – Linear extension of functional vegetation	A	A	A
	A1 – Upstream alteration of flows	A	A	A
	A2 – Upstream alteration of sediment discharges	B1	B1	B1
	A3 – Alteration of flows in the reach	A	A	A
Artificiality	A4 – Alteration of sediment discharge in the reach	C	A	A
	A5 – Crossing structures	A	B	A
	A6 – Bank protections	A	A	A
	A7 – Artificial levees	B	C	C
	A8 – Artificial changes of river course	A	A	A
	A9 – Other bed stabilization structures	A	B	B
	A10 – Sediment removal	C	C	C
	A11 – Wood removal	B	C	C
	A12 – Vegetation management	B	C	C
	CA1 – Adjustments in channel pattern	C	A	B
Channel changes	CA2 – Adjustments in channel width	C	C	C
	CA3 – Bed level adjustments	B	C1	C2
	MQI	0.47	0.55	0.54
	MQI class	Poor	Moderate	Moderate

Modello concettuale di evoluzione passata e futura



Considerazioni conclusive

- Utile conoscere le configurazioni morfologiche passate, ma queste non devono rappresentare l'obiettivo della RF



- L'obiettivo deve essere ripristinare determinati processi e forme fluviali, che possano evolvere liberamente senza necessità di frequenti manutenzioni (“dare spazio” laterale, ma anche verticale)
- I “compromessi” sono necessari e tollerabili al fine di garantire un'integrazione con obiettivi diversi (difesa idraulica, ricreazione)