



Gestione Sostenibile delle risorse idriche in Val di Cornia come laboratorio di soluzioni innovative

GESTIONE DEI CORSI D'ACQUA E RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE NEL PROGETTO LIFE REWAT

23 GIUGNO 2020

Gestione sostenibile dei corsi d'acqua

Federico Preti



Premessa



Vegetazione in alveo

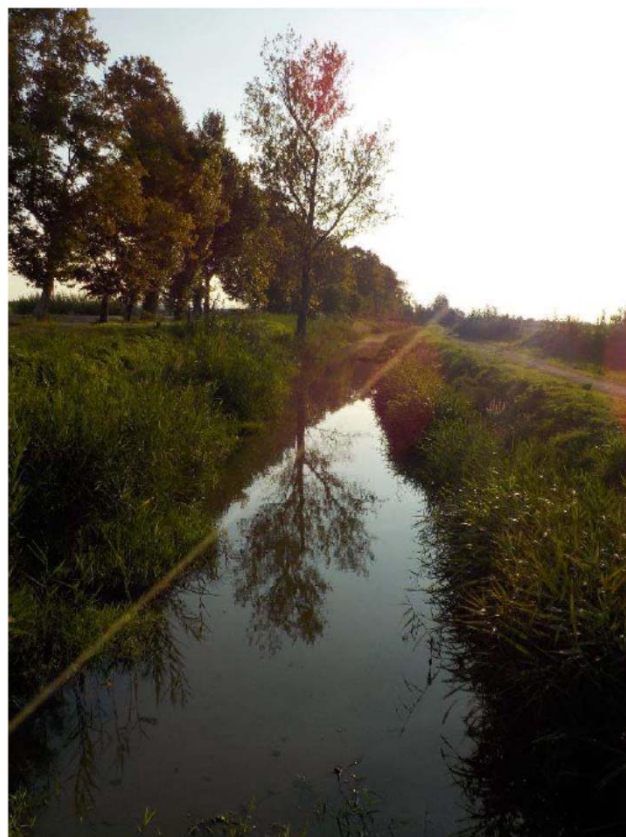
conoscenza =>

=> interesse per:



- **sicurezza idraulica (pericolosità e rischio)**
- **manutenzione convenzionale o «gentile»**
- **effetti idraulici ed idrologici**
- **stabilità plano-altimetrica e sedimentologica**
- **riqualificazione e manutenzione degli ecosistemi fluviali**
- **corretta gestione delle fasce ripariali**
- **progettazione di opere vive e loro evoluzione temporale**
- **riduzione dei costi degli interventi di taglio**
- **recupero di risorse dalla biomassa.**





Gestione della vegetazione ripariale dei corsi d'acqua naturali e dei canali di bonifica

Corso di formazione e
aggiornamento professionale



Federico Preti

Effetti idrologico- idraulici della vegetazione in alveo



Unità di Ricerca WaVe
Water and Vegetation



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



Sezione
Ingegneria Agraria Forestale e dei Biosistemi
s.s.d.
Idraulica agraria e Sistemazioni Idraulico-Forestali



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE,
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI



Disclaimer

Il presente contenuto è stato prodotto per far fronte alle esigenze di didattica a distanza resasi necessarie per l'emergenza legata alla diffusione del virus COVID-19.

Il contenuto ha una finalità esclusivamente didattica, e viene rilasciato in uso agli studenti e alle studentesse sotto licenza:

Creative Commons BY-NC-ND

Attribuzione – Non commerciale – Non opere derivate



Per l'attribuzione, l'autore del contenuto è: Federico Preti

Effetti della vegetazione ripariale

Effetti POSITIVI

- Habitat per numerose specie animali
- Area rifugio
- Corridoio ecologico
- Fitodepurazione
- Ombreggiamento
- Stabilizzazione delle sponde
- Riduzione dell'apporto solido dai campi limitrofi
- Miglioramento dell'aspetto estetico e paesaggistico
- etc.

Effetti NEGATIVI

- Aumento della scabrezza
- Aumento del rischio di occlusioni
- Difficoltà di accesso per il monitoraggio e manutenzione delle opere idrauliche
- Peggioramento dell'aspetto estetico
- etc.

**LA GESTIONE DEVE OTTIMIZZARE UN BILANCIO FRA QUESTI ASPETTI
CASO PER CASO**

il “Rischio”



Prevention



International Institute for Disaster Risk Management (IIRDM)

H <= “bombe d’acqua ?” , assetto del bacino
manutenzione !

V <= argini ?

E <= costruzioni nelle fasce di pertinenza

$$R = H \times V \times E$$

H = Hazard (Pericolosità) $0 < H < 1$

V = Vulnerabilità $0 < V < 1$

E = Elementi a rischio (€)



Mitigation



International Institute for Disaster Risk Management (IIRDM)

La gestione «convenzionale» (non «gentile»):

- La gestione della vegetazione spesso ha avuto lo scopo di **aumentare le superfici agricole** e poi urbanizzate
- La progettazione veniva effettuata considerando uno scenario di scarsa vegetazione, massimizzando la capacità di smaltimento (n di Manning 0.02-0.035) anche per:

Necessità: riduzione del

$$\begin{aligned} \text{Rischio} &= \text{Pericolosità} \times \\ &\text{Vulnerabilità} \times \text{Valore esposto} \\ &= \text{Pericolosità} \times \text{Danno potenziale} \end{aligned}$$

$$P(T)=H(T)= 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N$$

Controindicazioni:

- Riduzione della funzionalità ecologica e paesaggistica
- Risospensione dei sedimenti accumulati (peggioramento qualità acqua, ma controllo infestanti alloctone-esotiche)
- Destabilizzazione delle sponde
- Aumento della temperatura dell'acqua





Velocità media della corrente

$V = V$ (scabrezza, raggio idraulico – livello, pendenza)

Tensione tangenziale o sforzo di trascinamento

$\tau = \tau$ (pendenza, raggio idraulico – livello idrico) $\propto V^2$

Portata

$Q = V * \text{sezione idrica} = Q$ (i_c , Area del bacino)

i_c = pioggia critica netta (perdite di afflusso, tempo di corrivazione, tempo di ritorno)

Casi di studio: Marta, Greve, Ripopolo, Arno, Ombrone Pt, Viareggio e Massaciuccoli (reticolo di «gestione»)

18.3.2000

Linee guida regionali

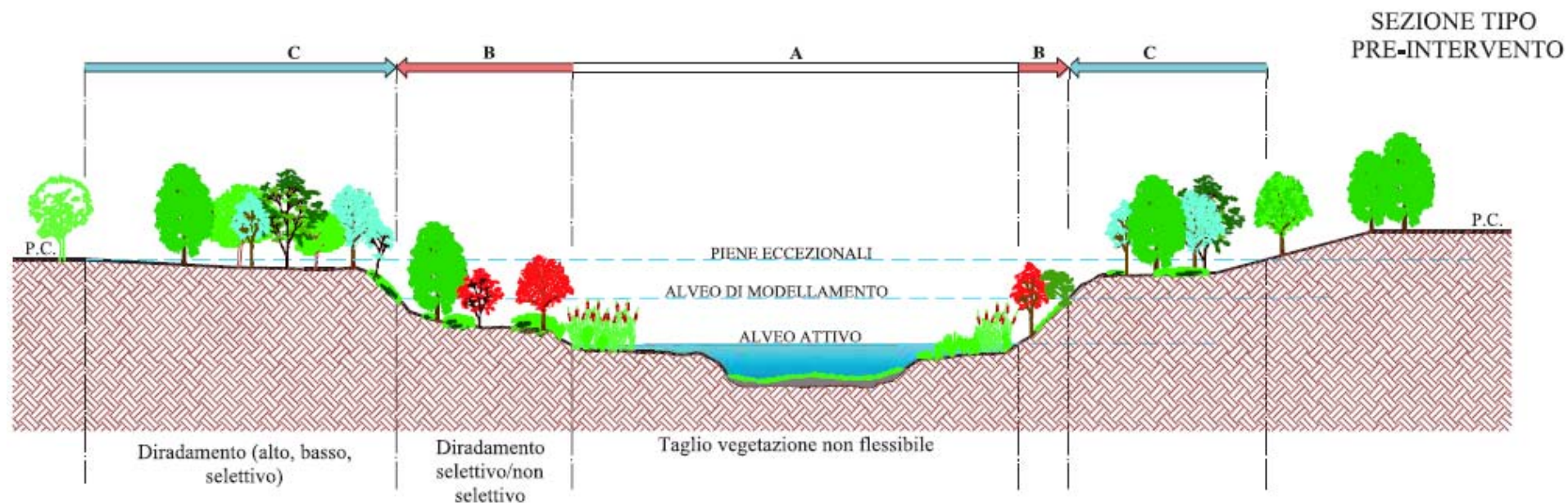
- DG **Regione Toscana 1315/2019** _ *«Direttive Regionali per la manutenzione dei corsi d'acqua e per la protezione e conservazione dell'ecosistema toscano»*_ Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile.
- Regione Toscana, 2012 _*“Linee guida per la gestione della vegetazione di sponda dei corsi d'acqua secondo criteri di sostenibilità ecologica ed economica”*, Centro stampa Giunta Regione Toscana. Firenze
- **Regione Lombardia, DISAA UniMI, 2017** _*«Indirizzi per la programmazione e la progettazione degli interventi di manutenzione delle opere di difesa del suolo, dei corsi d'acqua e della manutenzione diffusa del territorio, nonché criteri per il loro finanziamento»*_ a cura di G.B. Bischetti.
- **Provincia Autonoma di Trento, 2011** _*«Linee guida per la gestione della vegetazione lungo i corsi d'acqua in Provincia di Trento»*_ Progetto Life11+Ten a cura di G. Trentini, G Fossi.
- P. Cornelini, G. Sauli _*«La scheda di valutazione speditiva della qualità ecomorfologica di un corso d'acqua»*.
- **Regione Emilia-Romagna, 2019** _*«Linee guida per la programmazione e la realizzazione degli interventi di manutenzione e gestione della vegetazione e dei boschi ripariali a fini idraulici»*
- **Regione Emilia-Romagna, GPG/2015/1757** _*«Linee guida regionali per la riqualificazione integrata dei corsi d'acqua naturali dell'Emilia-Romagna»*
- Regione Emilia-Romagna, 2012 _*«Linee guida per la riqualificazione ambientale dei canali di bonifica in Emilia-Romagna»*.
- **Regione Piemonte, 2015**, *«I boschi ripari. Diverse funzioni da gestire»*.

Toscana

| Identificazione tratto omogeneo | | |
|---------------------------------|-------------------------------|--|
| Aree urbanizzate | Reticolo | tratti con scarsa presenza di |
| | Reticolo pianura o fondovalle | tratti arginati con argini a ridosso alveo attivo |
| | | tratti arginati in presenza di aree golenali |
| | | tratti non arginati |
| Aree non urbanizzate | Reticolo collinare o montano | tratti in aree agricole o boscate con scarsa presenza opere idrauliche |
| | Reticolo pianura o fondovalle | tratti arginati con argini a ridosso alveo attivo |
| | | tratti arginati in presenza di aree golenali |
| | | tratti non arginati |

| Quadro conoscitivo tratto omogeneo | | Obbiettivi gestionali | Realizzazione degli interventi | | |
|------------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|---|---|
| | | | Distribuzione spaziale | Distribuzione | Frequenza |
| Aspetti idraulici e morfologici | | riduzione rischio idraulico | alveo attivo | autunno, no tagli dal 1 marzo al 1 luglio | dipende dal tipo di intervento: sfalcio, manutenzione e vegetazione, manutenzione e opere o gestione sedimenti. |
| aspetti vegetazionali | | mantenere biodiversità | argini | | |
| aree di pregio naturalistico | | mantenere valore paesaggistico | aree golenali | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

CORSO D'ACQUA NATURALE NON ARGINATO



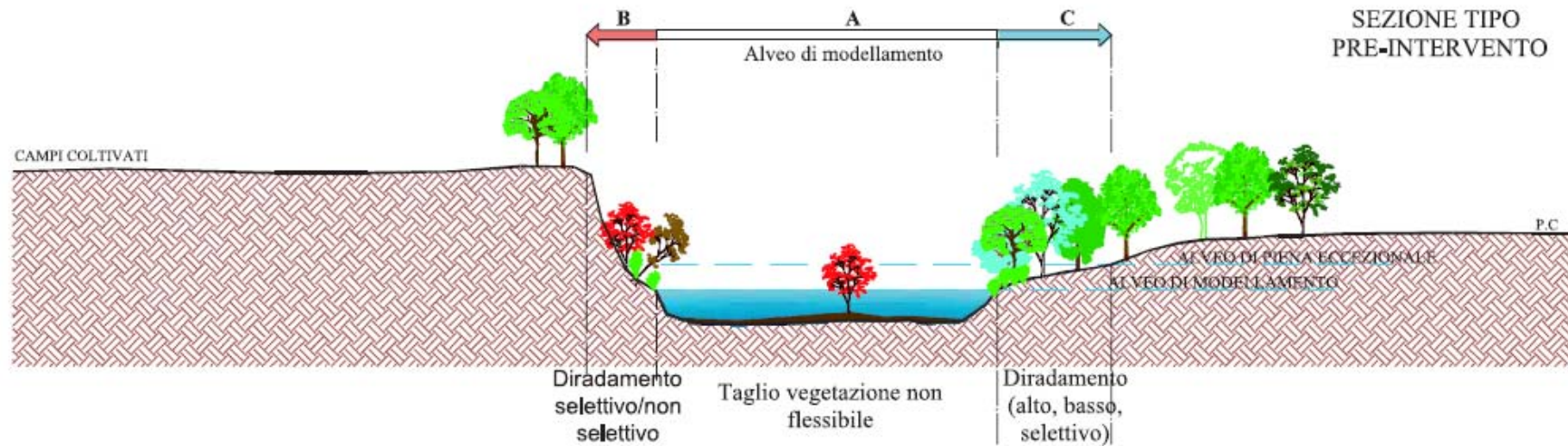
CORSO D'ACQUA CON ARGINI E GOLENE



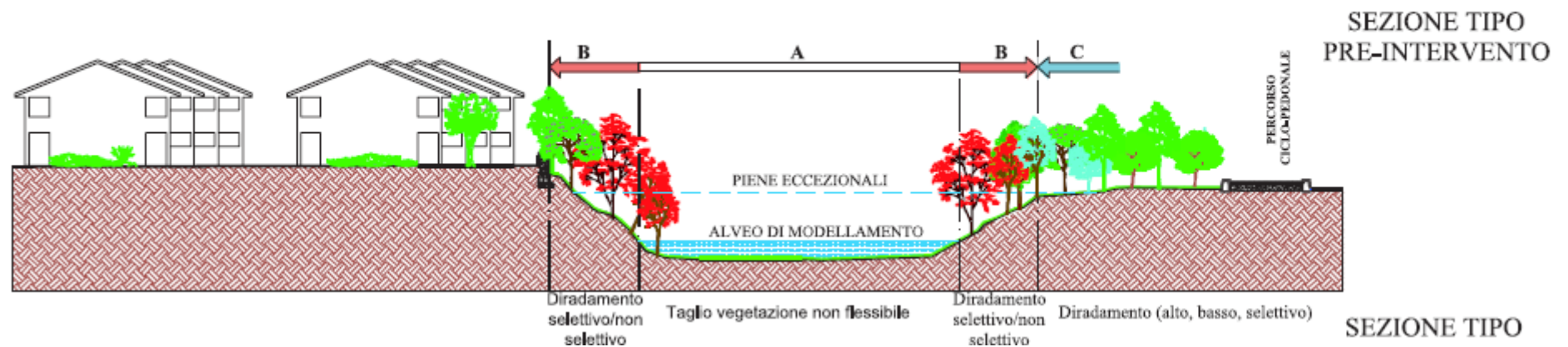
Conclusioni DIRETTIVE REGIONALI per la manutenzione dei corsi d'acqua e per la protezione e conservazione dell'ecosistema toscano

- la vegetazione sulle fasce ripariali va trattata con metodi che impediscano la crescita e presenza di alberi di alto fusto e l'attività di manutenzione ordinaria deve essere costante ed effettuata in periodi antecedenti la stagione autunnale, in modo da garantire **idonei livelli di sicurezza idraulica**;
- l'azione generalizzata di manutenzione volta ad aumentare la capacità di deflusso dei corsi d'acqua può portare alla contrazione dei **tempi di corrivazione e concentrazione delle piene**;
- la corretta valutazione degli effetti della vegetazione in alveo per la programmazione degli interventi deve prevedere l'analisi del **contesto idrogeomorfologico del corso d'acqua**;
- la vegetazione in alveo, qualora **sradicata e trascinata** dalla corrente, può creare occlusioni e parzializzazioni della sezione idraulica ma, quando stabile in alveo e sulle sponde, favorisce il trattenimento del materiale fluitato, riducendone la quantità in arrivo ai manufatti antropici;
- la presenza di **piante isolate** può costituire una cattiva veicolazione della corrente favorendo l'erosione localizzata ed è pertanto da privilegiare il mantenimento di nuclei o fasci di vegetazione arbustiva;
- il reticolo di **acque basse** deve essere monitorato al fine di regolare lo sviluppo incontrollato della vegetazione che comporterebbe un aumento significativo del rischio di esondazione. I canali di corrente possono essere lasciati allo stato naturale quale un buon compromesso fra le finalità di natura idraulica e il mantenimento di zone di rifugio per la fauna.

CORSO D'ACQUA NATURALE IN ZONA EXTRA-URBANA (COLLINARE O MONTANA)



CORSO D'ACQUA NATURALE IN AREA URBANIZZATA



dalle DIRETTIVE REGIONALI per la manutenzione dei corsi d'acqua e per la protezione e conservazione dell'ecosistema toscano

Nella progettazione ed esecuzione degli interventi di manutenzione o di realizzazione di nuove opere idrauliche occorre prestare particolare attenzione alla scelta delle più idonee tecniche da utilizzare, privilegiando, qualora possibile, le Tecniche di **ingegneria naturalistica o a basso impatto ambientale**.

Realizzazione di opere: nella realizzazione di tali interventi, qualora non sia possibile ricorrere a tecniche di **ingegneria naturalistica**, o comunque ogni qual volta non si possa operare su una sola sponda, per limitare l'intorbidamento delle acque defluenti si deve operare all'asciutto isolando il tratto spondale d'intervento realizzando una pista o arginello provvisorio, garantendo il regolare deflusso idrico nella parte di sezione d'alveo non interessata dai lavori.

Sono esclusi dall'autorizzazione paesaggistica e, in particolare, le fattispecie descritte nell'**allegato A** del D.P.R. 31/2017, alle voci **A 20**, **A25** e **A 26**:

A.26. interventi **puntuali di ingegneria naturalistica diretti alla regimazione delle acque e/o alla conservazione del suolo** che prevedano l'utilizzo di piante autoctone e pioniere, anche in combinazione con materiali inerti di origine locale o con materiali artificiali biodegradabili;

Ai sensi del D.P.R. 31/2017, dovrà invece essere richiesta autorizzazione paesaggistica con procedura semplificata per gli interventi di lieve entità descritti nell'allegato B, in particolare alle voci **B39** e **B40**:

B.40. interventi sistematici di **ingegneria naturalistica** diretti alla regimazione delle acque, alla conservazione del suolo o alla difesa dei versanti da frane e slavine



Krotenbach – Brunn

dopo 1 anno

3 / 2011



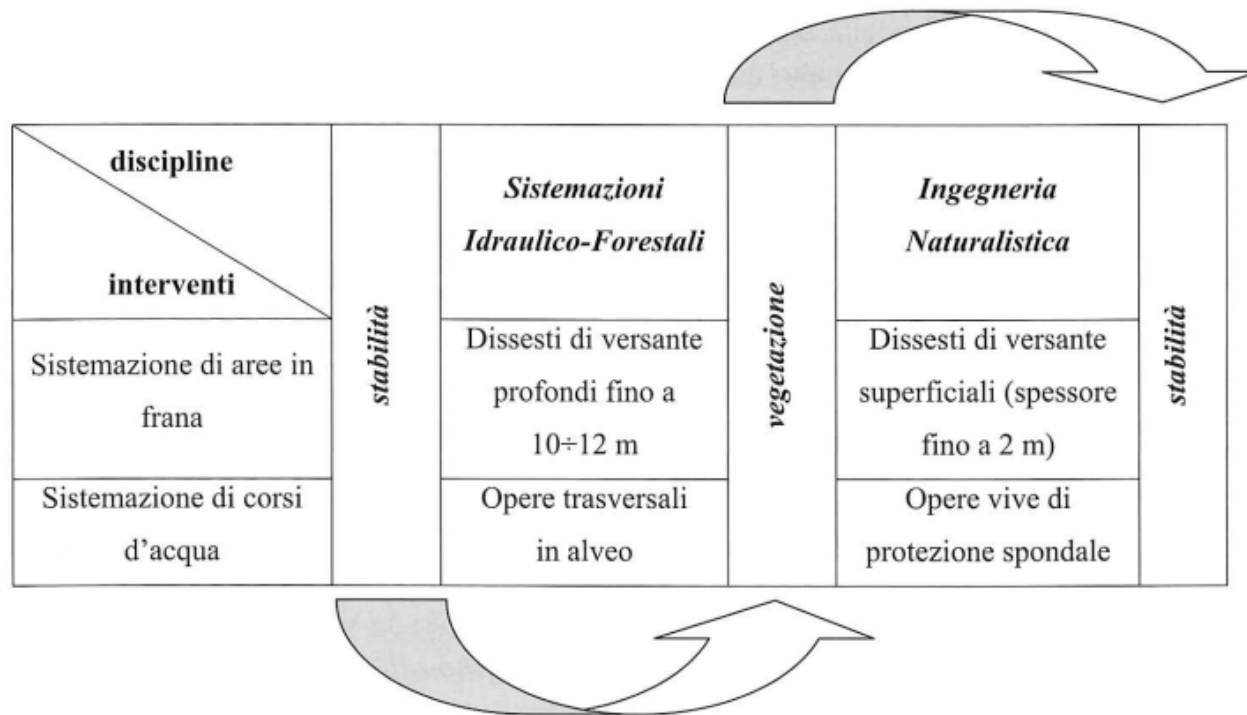
dopo 1,5 anni

9 / 2011

SISTEMAZIONI IDRAULICO-FORESTALI E INGEGNERIA NATURALISTICA

Interventi con opere realizzate utilizzando piante vive come materiale da costruzione e altri materiali reperibili in loco (Schiechtl, 1987 in Regione Toscana, 2000), in genere per la realizzazione di sistemazioni a difesa del territorio

**LA VEGETAZIONE INDUCE STABILITÀ E
LA STABILITÀ PRODUCE VEGETAZIONE.**



Interventi “classificati” di IN



← Soglia in legname per mantenere elevati i livelli di falda



↑ Risagomatura alveo con messa a dimora di flora autoctona



← Realizzazione di un'area umida in fregio ad un corso d'acqua








MANUTENZIONI FLUVIALI

| | | |
|--|---|---|
|  | | |
| | Positivo | Negativo |
| Manutenzione radicale | <ul style="list-style-type: none">•Miglioramento attività di sorveglianza idraulica•Miglioramento fruizione sociale del fiume•Controllo materiale flottante | <ul style="list-style-type: none">•Diminuzione tempo di corrivazione•Aumento trasporto solido |
| Manutenzione ecocompatibile | <ul style="list-style-type: none">•Aumento effetto greenway•Aumento tempi di corrivazione | <ul style="list-style-type: none">•Difficile presidio opere idrauliche•Minor controllo materiale flottante |

(presentazione L. Ermini - caso di studio A. Errico)

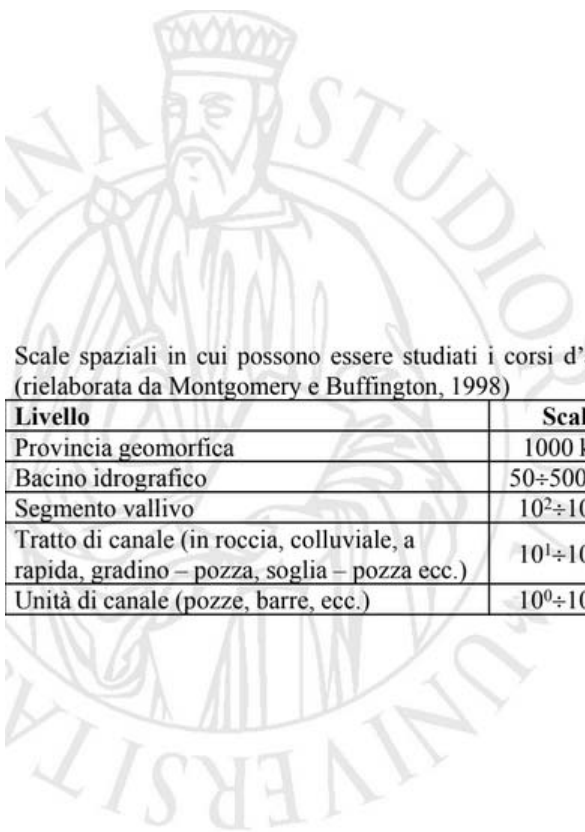
| Regione \ Indice | Identificazione tratto omogeneo | | Quadro conoscitivo tratto omogeneo |
|-----------------------|---------------------------------|-----------------|------------------------------------|
| Emilia-Romagna | Pianificazione distrettuale | Bacino | |
| | Caratteristiche fisiografiche | montagna | Aspetti idraulici e morfologici |
| | | collina | competenza idraulica |
| | | pianura (tratti | qualità ecologica |
| | | pianura (tratti | aree di pregio naturalistico |
| | Aree di pertinenza | | vincoli paesaggistici |
| | | | aspetti vegetazionali |

| Obbiettivi gestionali | Realizzazione degli interventi | | |
|-----------------------------|--------------------------------|---|-------------------------|
| | Distribuzione spaziale | Distribuzione | Frequenza interventi |
| riduzione rischio idraulico | alveo | NO periodo di riproduzione avifauna 15 marzo-15 luglio | turni brevi 8-10 anni |
| miglioramento qualità | sponde | | turni medi 11-20 anni |
| tutela paesaggistica | golene | | |
| gestione fruizione sociale | fascia di ripetto di 4 | | |
| | argine | | turni lunghi 21-30 anni |
| | 1 o entrambe le | | |

| Regione \Indice | Obbiettivi gestionali PREVALENTE | Criteri di interventi | | | |
|---|--------------------------------------|--|---|--|---|
|    Piemonte   | Rischio idraulico | <i>Distribuzione temporale</i> | <i>Distribuzione spaziale</i> | <i>Interventi</i> | <i>Frequenza</i> |
| | Stabilità sponde | Riposo vegetativo | Alveo inciso | taglio ceduazione mantenend o flessibilità | Secondo i turni delle specie forestali |
| | conservazione patrimonio naturale | Minor impatto per riproduzione fauna locale | sponda (entro i 10 m dal ciglio di sponda) | taglio selettivo e colturale rilasciando almeno il 20% copertura | |
| | Conservazione paesaggio | No tagli dal 31 marzo al 15 giugno fino 1000 m senno dal 30 aprile al 15 luglio per | golena | Tagli forestali | |
| | Produzione legnosa | a fini di difesa dal rischio il taglio è sempre consentito | versante | | |
| | | | | | |

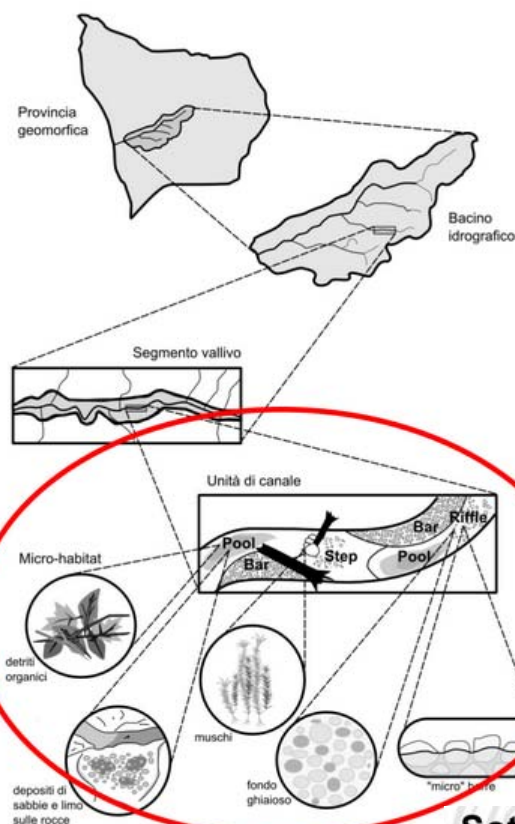
| Regione \ Indice | Identificazione tratto omogeneo | | Identificazione scala ai fini gestionali |
|------------------|----------------------------------|---|--|
| Lombardia | Ambito montano e collinare | Riferirsi alla classificazione idromorfologica IDRAIM/IQM | bacino o sottobacino |
| | Corsi d'acqua di pianura e | | corso d'acqua o tratto significativo |
| | Canali di irrigazione e bonifica | | - |

| Quadro conoscitivo | Obbiettivi gestionali | Realizzazione degli interventi | | | |
|---|---|---|-------------------------------|--|--|
| idromorfologia tratto (IDRAIM) | Principio di sicurezza prioritario nei riguardi del | <i>Distribuzione temporale</i> | <i>Distribuzione spaziale</i> | <i>Frequenza</i> | <i>Interventi</i> |
| opere presenti | Miglioramento stato | NO tagli tra la fine della | fascia di pertinenza riferita | | |
| estensione area demaniale (es eventuali concessioni di derivazione) | il potenziamento delle capacità di laminazione delle piene, | La stagione silvana termina il 31 marzo a quote inferiori a 600 m, il 15 aprile a quote comprese fra 600 e 1.000 m e il 15 maggio a quote superiori a 1.000 m | Alveo attivo | Programmata a livello di tratto secondo anche i turni delle specie forestali | Interventi classici della manutenzione ordinaria e straordinaria |
| sicurezza, vulnerabilità e | il potenziamento delle | | Sponde | | |
| Gestione forestale (descrizione) | tutela delle aree perfluviali e | | Piana inondabile | | |
| Qualità del corso d'acqua con riferimento al PTUA | Principi nel rispetto delle funzionalità della vegetazione nei confronti della fauna (es corridoio ecologico) | | | | |
| Elementi naturalistici e paesaggistici | | | | | |



Scale spaziali in cui possono essere studiati i corsi d'acqua
(rielaborata da Montgomery e Buffington, 1998)

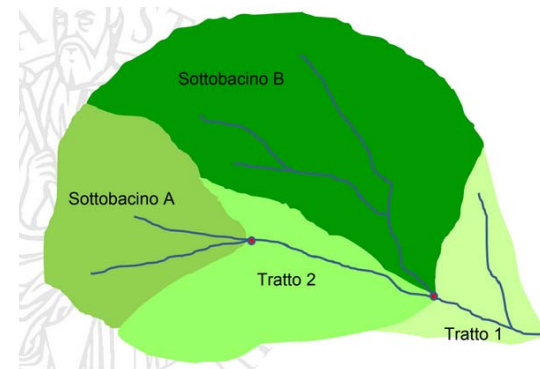
| Livello | Scala |
|--|------------------------------------|
| Provincia geomorfica | 1000 km ² |
| Bacino idrografico | 50÷500 km ² |
| Segmento vallivo | 10 ² ÷10 ⁴ m |
| Tratto di canale (in roccia, colluviale, a rapida, gradino – pozza, soglia – pozza ecc.) | 10 ¹ ÷10 ³ m |
| Unità di canale (pozze, barre, ecc.) | 10 ⁰ ÷10 ¹ m |



Sottobacini



Tratti

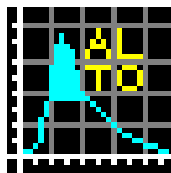
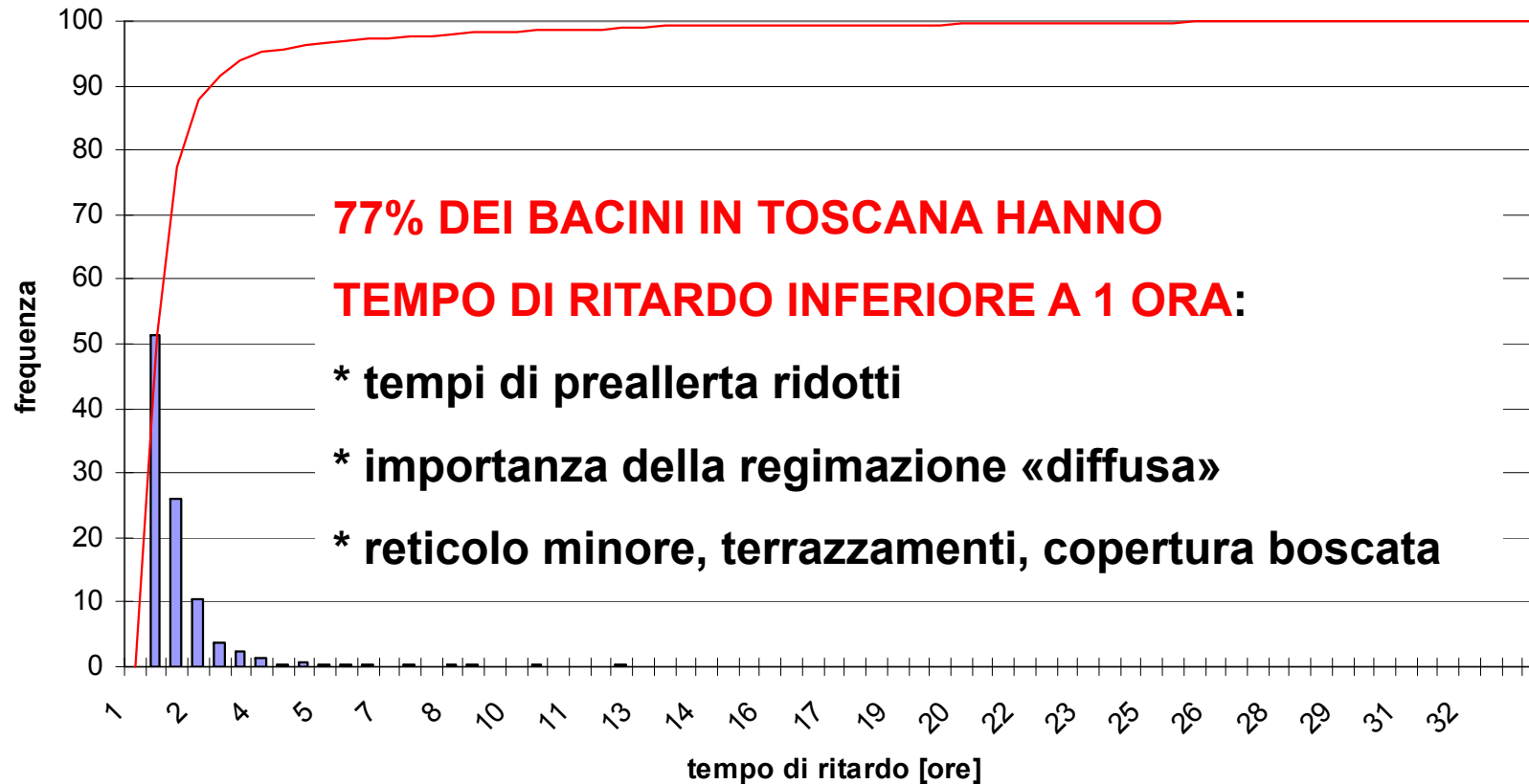


Bacino

- **MANUALE D'USO**
 - Descrizione del sistema e indicazione delle componenti
 - Indicazione delle criticità
- **MANUALE DI MANUTENZIONE**

- **Sedimenti**
 - MANUALE D'USO
 - MANUALE DI MANUTENZIONE
 - PROGRAMMA DI MANUTENZIONE
 - **Vegetazione**
 - MANUALE D'USO
 - MANUALE DI MANUTENZIONE
 - PROGRAMMA DI MANUTENZIONE
 - **Opere**
 - MANUALE D'USO
 - MANUALE DI MANUTENZIONE
 - PROGRAMMA DI MANUTENZIONE
- **PROGRAMMA DI MANUTENZIONE**
 - Sintesi dei programmi di manutenzione delle unità

3236 aste bacino dell'Arno ex D.C.R. 230/94 (difesa dai fenomeni alluvionali)



Aggiornamento e sviluppo del sistema di
Regionalizzazione delle
portate di piena nei bacini della Toscana



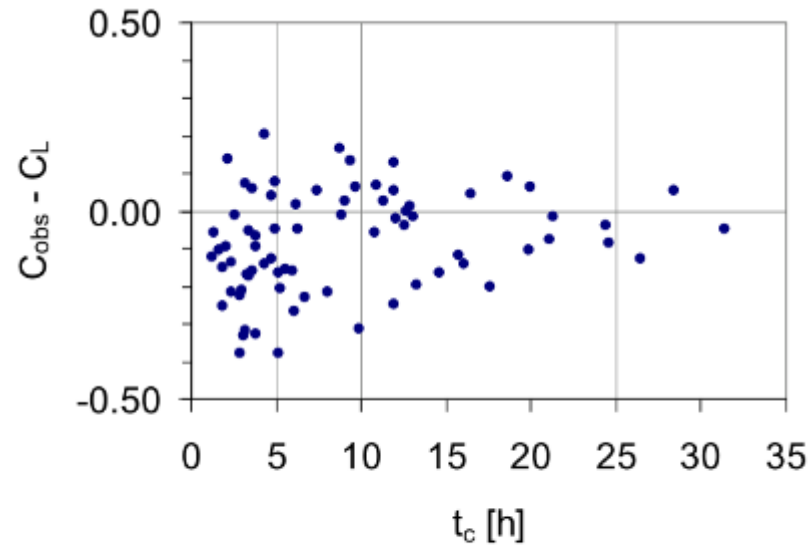
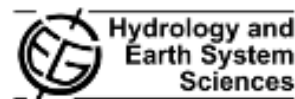


Fig. 6. Differences between C_{obs} and C_L versus the catchment concentration time.

10 km² => $t_c \sim 1$ hour

$\Delta Q = -30\%$

Hydrol. Earth Syst. Sci., 15, 3077–3090, 2011
www.hydrol-earth-syst-sci.net/15/3077/2011/
 doi:10.5194/hess-15-3077-2011
 © Author(s) 2011. CC Attribution 3.0 License.



Forest cover influence on regional flood frequency assessment in Mediterranean catchments

F. Preti¹, G. Forzieri², and G. B. Chirico³



Fig. 1. Italian regions where the outlets of the 75 study catchments are located; from South (dark grey) to North: Sicilia (12 catchments), Campania (12 catchments), Lazio (17 catchments), Toscana (34 catchments).

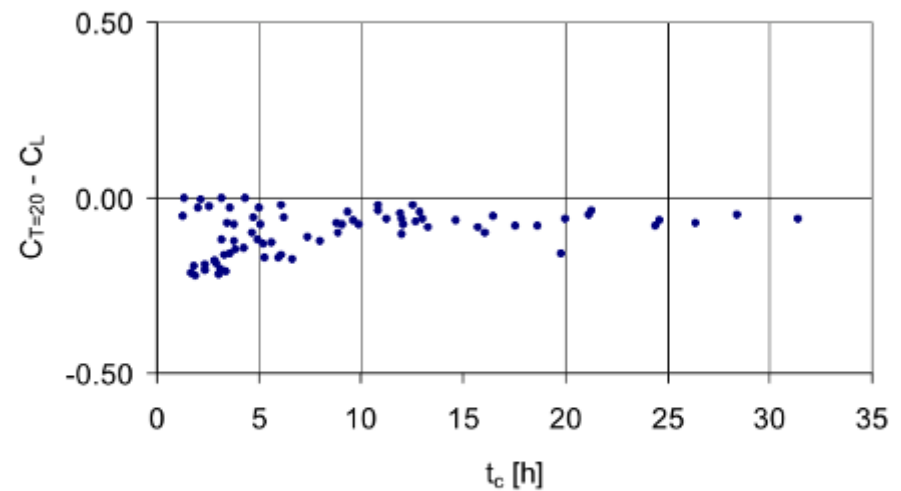
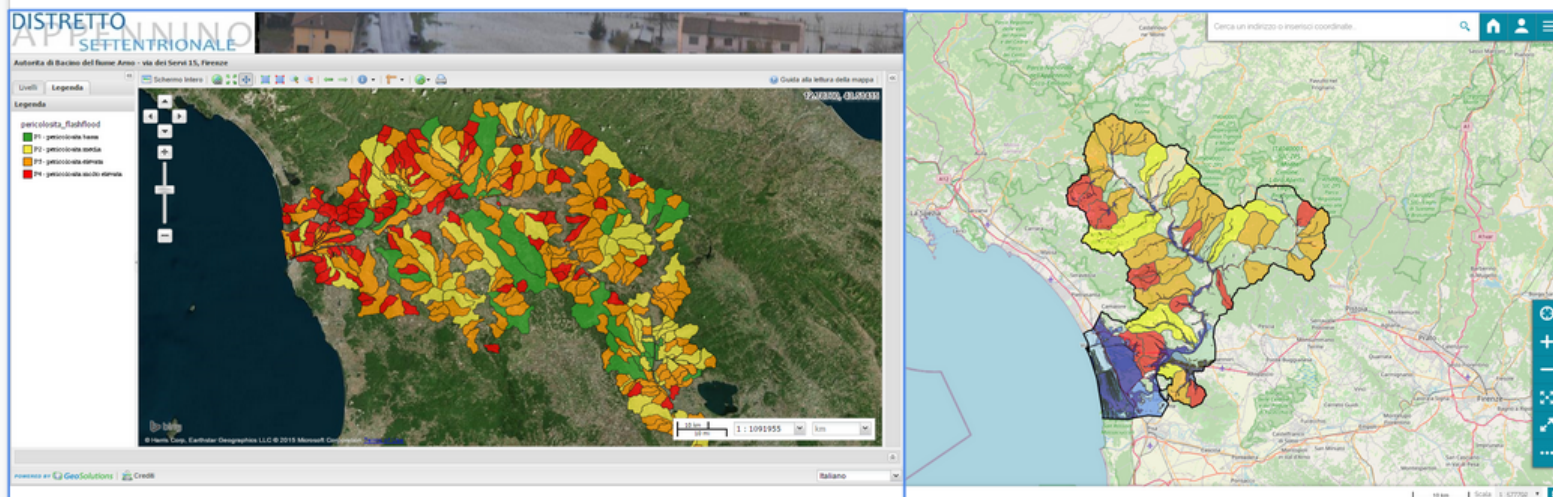


Fig. 9. Differences between $C_{T=20}$ and C_L versus the catchment concentration time.

La mappa della pericolosità da Flash Flood rappresenta la distribuzione nel bacino della propensione al verificarsi di eventi intensi e concentrati con possibile innesco di piene repentine.



Il cambiamento climatico in atto dà luogo a sempre più frequenti eventi piovosi concentrati nello spazio e di forte intensità che “sfuggono” ai metodi standard di determinazione della pericolosità idraulica.

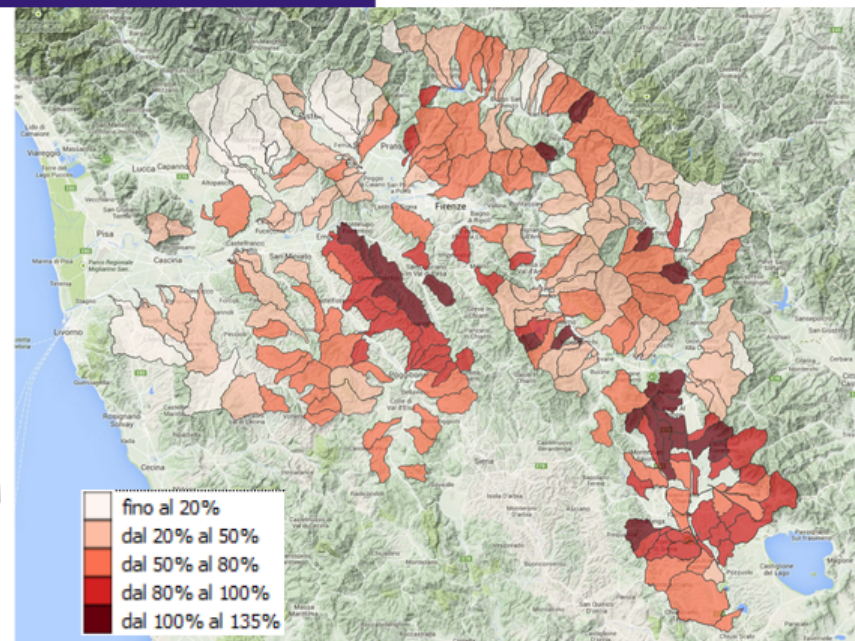
Gli effetti al suolo di un evento tipo

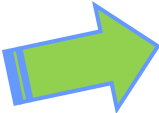
Quanto è superiore **Q (evento)**
rispetto a **Q (Tr 200)**

I bacini con un colore più intenso rappresentano i casi in cui la portata al picco è molto superiore (anche più del 100%) rispetto alla portata duecentennale - ovvero, rispetto alla **portata di progetto** delle opere idrauliche

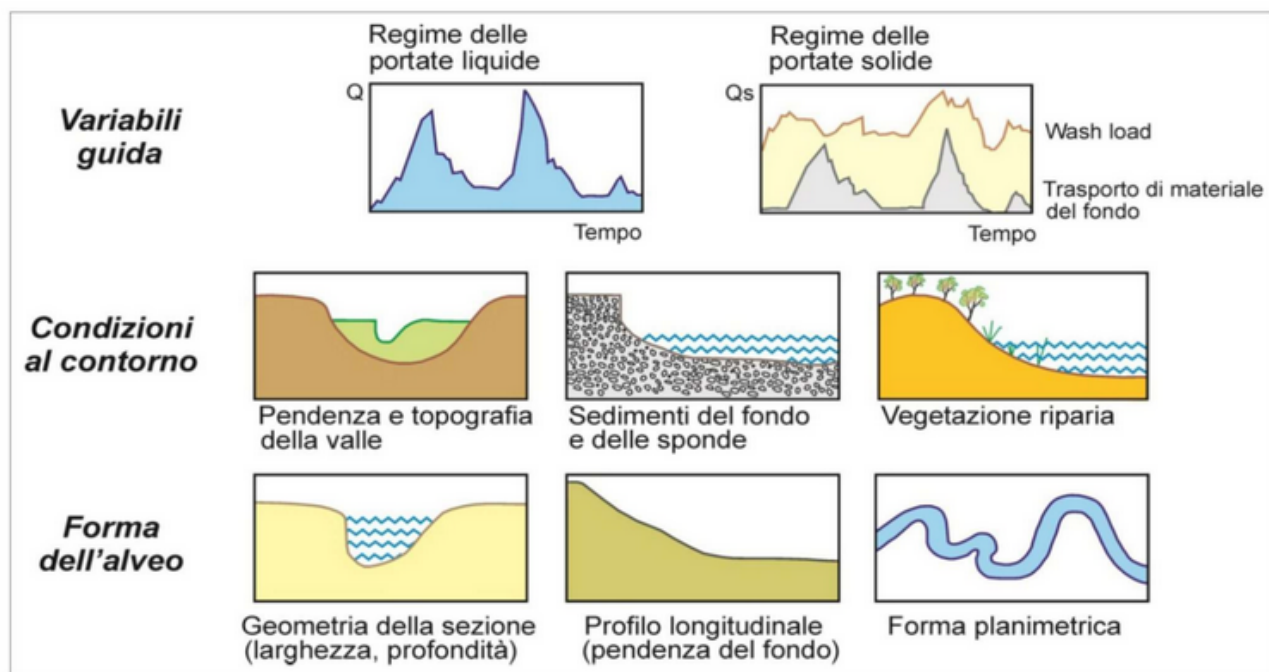
Prevenzione

La Disciplina di Piano:
indirizzi per le aree che hanno una elevata probabilità al verificarsi di **flash flood** con particolare riferimento ai piani di protezione civile



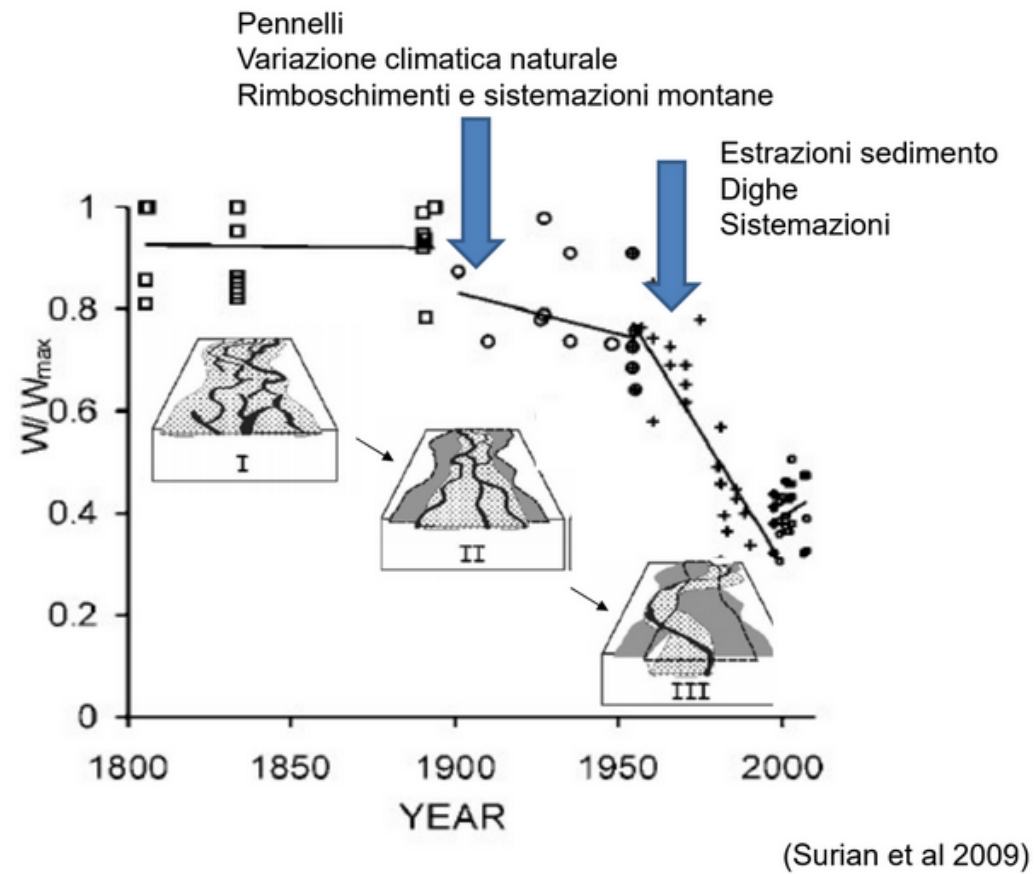
| Regione\Indice | Identificazione tratto omogeneo | Criteri gestionali | | | Classi gestionali | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|------------|---|------------------------|--|---------------|---------------|------------------------|--|--------------|------------------------------|--|--------------|--|---|
| <div>Provincia autonoma di Trento</div> <div></div> | molto elevata (> 8%) <ul style="list-style-type: none">• Tp - Torrenti di fondo valle di piccole dimensioni a pendenza elevata (< 8% e >4%) e moderata (<4% e >2%)• C - Torrenti montani su conoide• T - Torrenti di fondo valle a pendenza elevata (< 8% e >4%) e moderata (<4% e >2%)• F - Corsi d'acqua alluvionali semiconfinati e non confinati• Fc - Corsi d'acqua alluvionali confinati entro terrazzi o forre rocciose• D - Reticolo minuto di drenaggio della pianura alluvionale non confinato | Per ogni tipo di classe gestionale vi è una scheda informativa riguardo gli indirizzi gestionali dove sono riportati: <ul style="list-style-type: none">• Conservazione di habitat e specie• Rischio idraulico• Programmazione dell'intervento• Obiettivi gestionali• Modalità gestionali• Altre indicazioni di intervento• Proposte di riqualificazione Di seguito sono riportati i periodi da evitare per interventi di taglio e manutenzione vegetazione | | | Distribuzione spaziale | Sulla base dei tratti vengono identificate diverse classi gestionali per ogni voce che segue: <ul style="list-style-type: none">• Torrenti• Corsi d'acqua alluvionali | | | | | | | | | | |
| | | | | Canale attivo | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Barre | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Porzione di sponda esposta alla portata di bankfull | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Porzione elevata della sonda | | | | | | | | | | | | |
| | Per ogni tipologia di corso d'acqua vengono identificate delle tipologie di tratto vedi pag 53 | <table><tr><th>Intervento</th><th>Quota < 1.000 metri</th><th>Quota > 1.000 metri</th></tr><tr><td>In ogni sito</td><td>15/03 - 15/07</td><td>31/03 - 31/07</td></tr><tr><td>In presenza di garzaie</td><td></td><td>1/02 - 30/06</td></tr><tr><td>In caso di ingresso in alveo</td><td></td><td>1/10 - 31/03</td></tr></table> | Intervento | Quota < 1.000 metri | Quota > 1.000 metri | In ogni sito | 15/03 - 15/07 | 31/03 - 31/07 | In presenza di garzaie | | 1/02 - 30/06 | In caso di ingresso in alveo | | 1/10 - 31/03 | | Porzione arretrata della piana inondabile |
| Intervento | Quota < 1.000 metri | Quota > 1.000 metri | | | | | | | | | | | | | | |
| In ogni sito | 15/03 - 15/07 | 31/03 - 31/07 | | | | | | | | | | | | | | |
| In presenza di garzaie | | 1/02 - 30/06 | | | | | | | | | | | | | | |
| In caso di ingresso in alveo | | 1/10 - 31/03 | | | | | | | | | | | | | | |

Come studiare l'idromorfologia dei corsi d'acqua

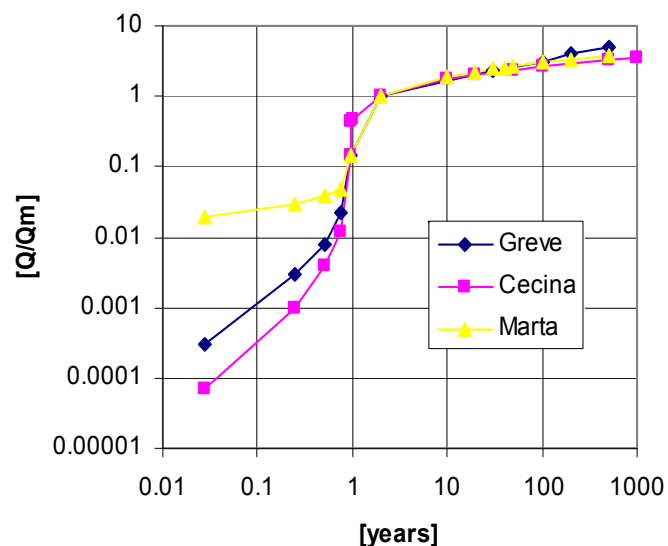


Rinaldi et al. (2014)

Variazioni morfologiche degli alvei



Schema dei livelli idrici di riferimento per l'analisi degli effetti della vegetazione in alveo (curva di durata/crescita)

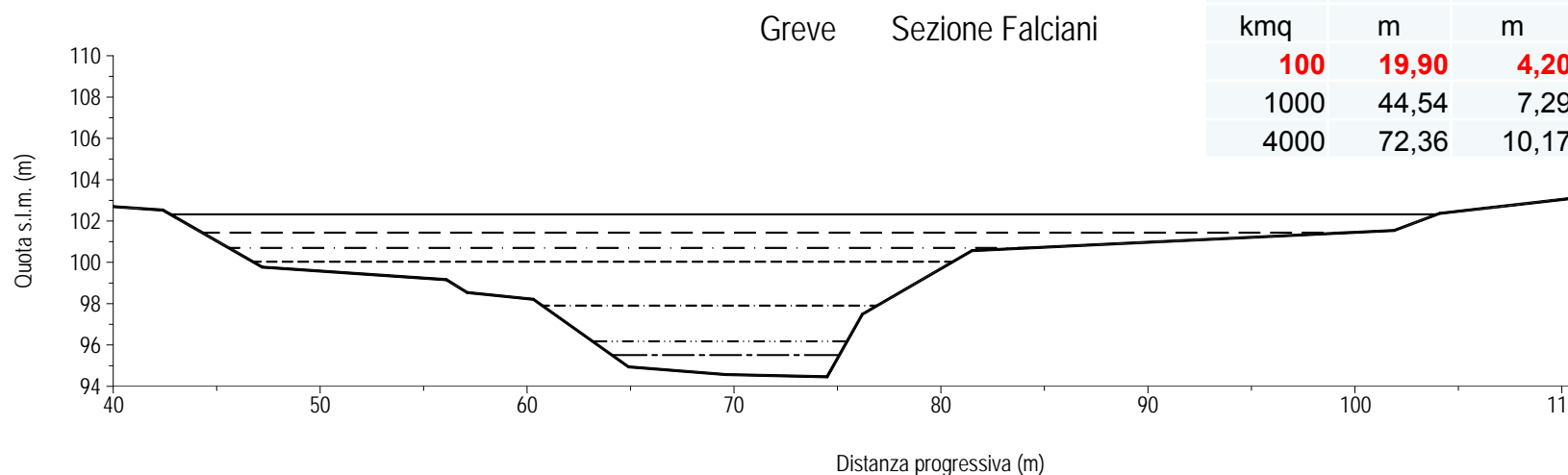


Portate centenarie (ischio idraulico o esondazione in aree golenali/di espansione)

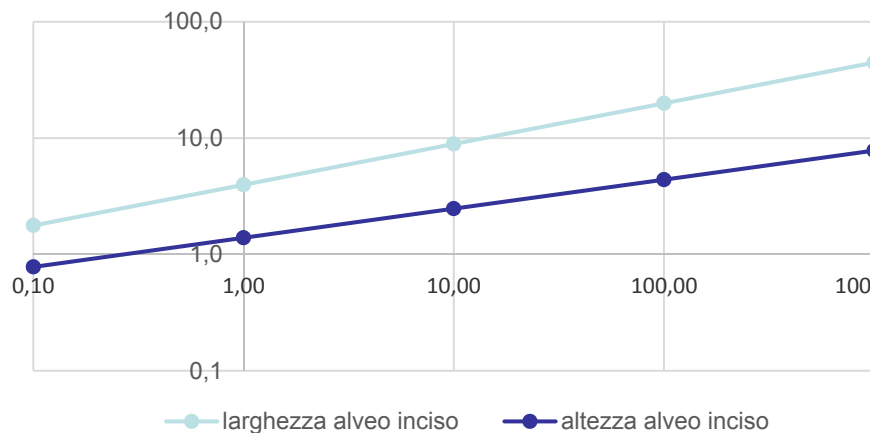
Portate ordinarie o

Portate modellanti o formative alveo (stabilità plano-altimetrica alveo inciso)

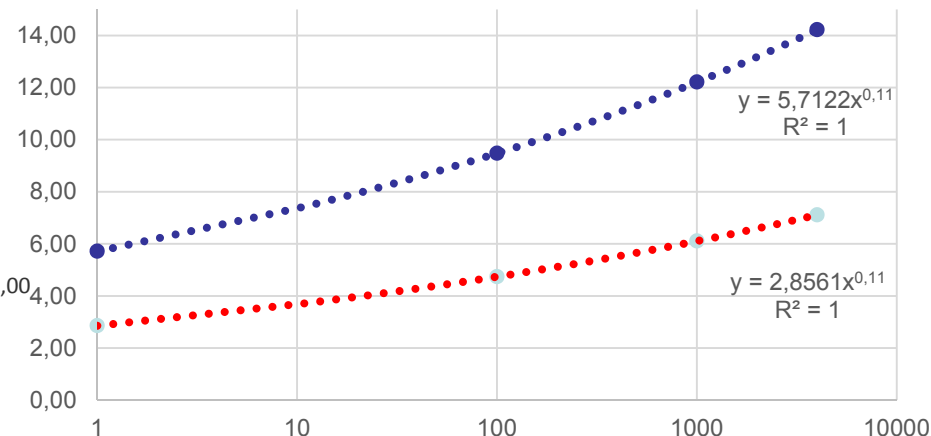
Portate di magra (sommersione continua)



larghezza e altezza in alveo da regime Q2
vs Area bacino



Rapporto di forma $r_f = b/h$ trentennale e biennale vs
Area bacino [km²]



Q30 c.a. 3 Q2

da formule del regime

$$\begin{aligned}
 Q_m &= 1.01 Q_2 & R^2 &= 0.95 \\
 b &= 1.76 Q_2^{0.52} & R^2 &= 0.67 \\
 h &= 0.77 Q_2^{0.36} & R^2 &= 0.53 \\
 \Omega &= 1.36 Q_2^{0.88} & R^2 &= 0.70 \\
 v_a = VM &= Q_2 / \Omega \approx 0.73 Q_2^{0.12} \\
 Q_2 &= 4.82 A^{0.87} & R^2 &= 0.94 \\
 b &= 3.97 A^{0.35} & R^2 &= 0.59 \\
 h &= 1.39 A^{0.24} = k_4 A^{0.28} & R^2 &= 0.48 \\
 \Omega &= 5.54 A^{0.59} & R^2 &= 0.65 \\
 v_a = VM &= Q_2 / \Omega \approx 0.87 A^{0.08}
 \end{aligned}$$

| Materiale d'alveo | Trasporto solido trascurabile | | |
|-------------------|-------------------------------|---|--|
| | Larghezza (a) | Pendenza | Altezza idrica |
| Sabbie | $b = k_b Q^{0.5}$ | $S = 0.004 \frac{d^{0.25}}{Q^{6.14}}$ | $h = 0.525 \frac{Q^{0.842}}{d^{0.805}}$ (c) |
| Ghiaie e ciottoli | | $S = 0.95 \frac{d^{1.15}}{Q^{0.46}}$ (d) | $h = 0.083 \frac{Q^{0.458}}{d^{0.345}}$ (d) |

(a) $k_b = 2.17 + 4.98$
 (b) Può semplificarsi in: $SA^{0.3} = P - k'$
 in Falciai et al. (1977-78), $S = 1.08 \frac{d_{90}^{0.45}}{Q_{10}^{0.91}}$
 (c) Può semplificarsi in: $h = 0.525 Q^{0.24}$



EFFETTI DELLA VEGETAZIONE RIPARIALE SULLA CORRENTE

CONTENUTI

“Altri” effetti vegetazione in alveo
“consolidamento” e/o
“stabilizzazione” (sostegno e coesione)
“rivestimento” (trascinamento e erosione)
Scabrezza sponde (densità e flessibilità)
Ingombro sezione / Piante isolate
Larghezza/livello > 10 : sovrалzo idrico < 5%
Corrivazione e propagazione



Per una data portata, raddoppiando la scabrezza (in tutto l'alveo!?) si ha un incremento di livello idrico del 50% e una riduzione della velocità del 34%.



D.P.R. 14/04/1993: “Atto di indirizzo e coordinamento
alle regioni recante criteri e modalità
per la redazione dei programmi di
manutenzione idraulica”

*Al di sotto del **livello idrico trentennale (Qc30)**, sarebbero da **rimuovere dalle sponde e dagli alvei attivi le alberature** che sono causa di ostacolo al regolare deflusso ..., tenuto conto della loro influenza sul regolare deflusso delle acque, nonché quelle pregiudizievoli per la difesa e conservazione delle sponde, **salvaguardando, ove possibile, la conservazione dei consorzi vegetali che colonizzano in modo permanente gli habitat riparii e le zone di deposito alluvionale adiacenti, prevedendo al tempo stesso la rinaturazione delle sponde, intesa come protezione al piede delle sponde dissestate od in frana con strutture flessibili spontaneamente rinaturabili; il restauro dell'ecosistema ripariale, compresa l'eventuale piantagione di essenze autoctone**”.*

SCABREZZA (attrito/turbolenza)

RIGIDITÀ = f (Elasticità legno, Diametro e forma fusto)

INGOMBRO (riduzione sezione effettiva)

ERBA > scabrezza data dall'altezza degli steli vivi o no

ARBUSTI > turbolenza, sommersione

ALTO FUSTO > rigidità fusto, chioma sommersa?

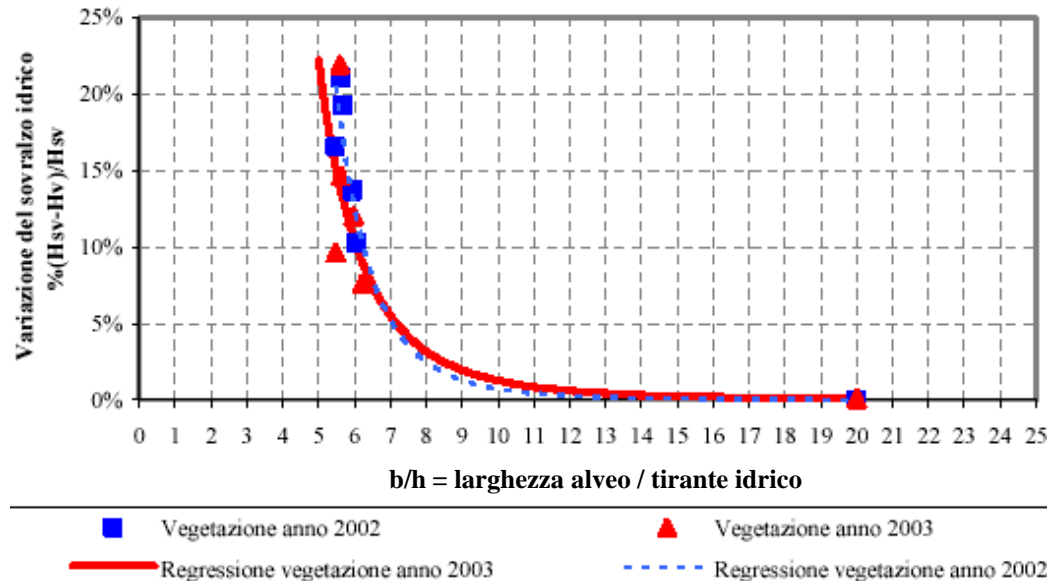
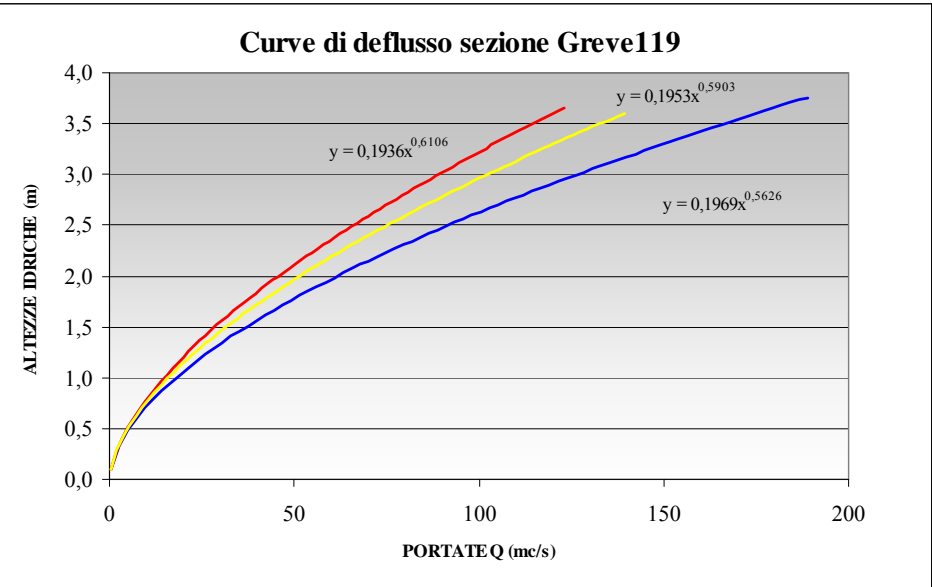
CEPPAIE > flessibilità; densità (campionamento)?

PIANTE ISOLATE > rischio erosione localizzata



RESISTENZA AL MOTO IN ALVEI VEGETATI:

CASO DI STUDIO: GREVE



Simulazione interventi di
manutenzione
(a raso, diradamenti o tagli selettivi)

Greve, Castaldi, 2000

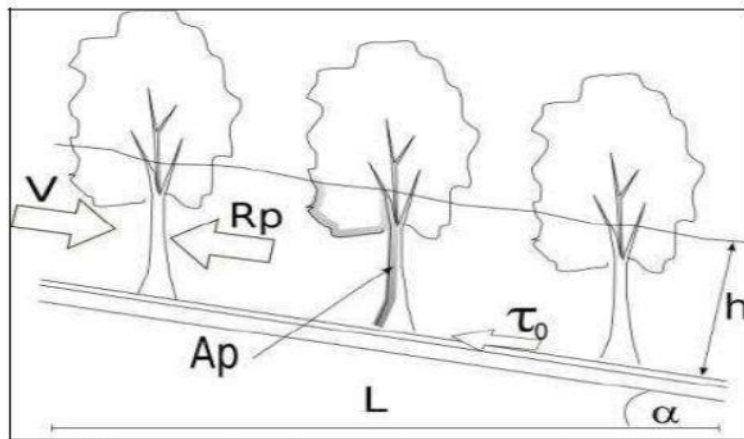
Casentino, Guarnieri & Preti, 2005

Stato dell'arte

Modelli di resistenza

distinzione concettuale fra vegetazione:

- Rigida o flessibile
- Sommersa o emergente
- Scala di modellazione (leaf, patch o reach)

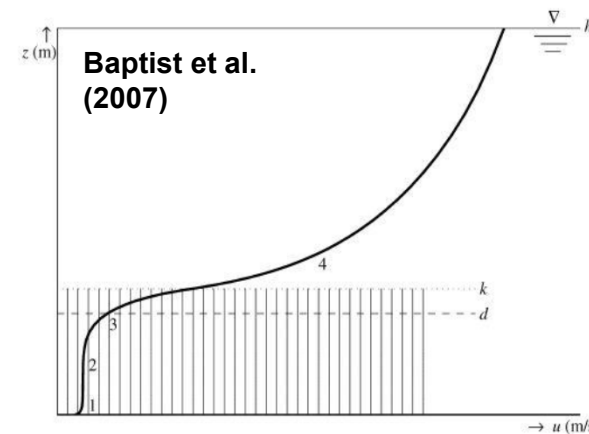
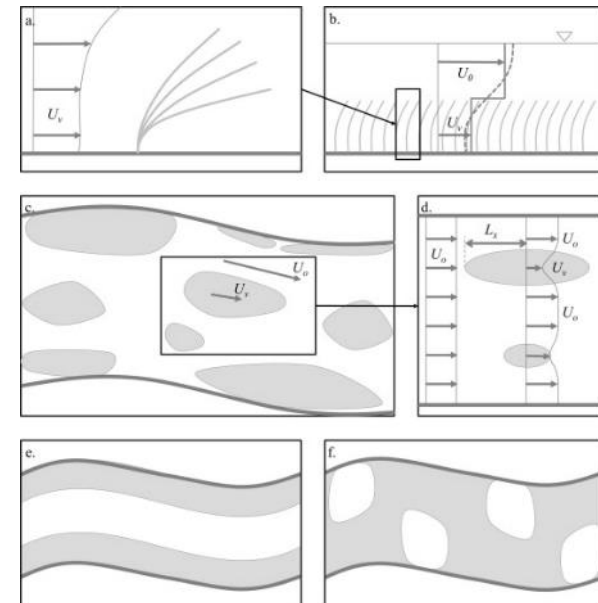


Petryk & Bosmaian
(1979)

$$f'' = 4C_{dx}LAI \left(\frac{U}{U_x} \right)^x$$

Aberle & Jarvela, 2013

Luhar & Nepf (2012)



applicazione e analisi critica di modelli esistenti

$$n = \left(\frac{C_D a}{2} \right)^{\frac{1}{2}} \frac{h^{\frac{2}{3}}}{g^{\frac{1}{2}}}$$

$$C_{rJ} = \sqrt{\frac{2g(1-\lambda)}{ahC_a}}$$

$$n = \sqrt{\left(\frac{f}{8g} \right)} \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

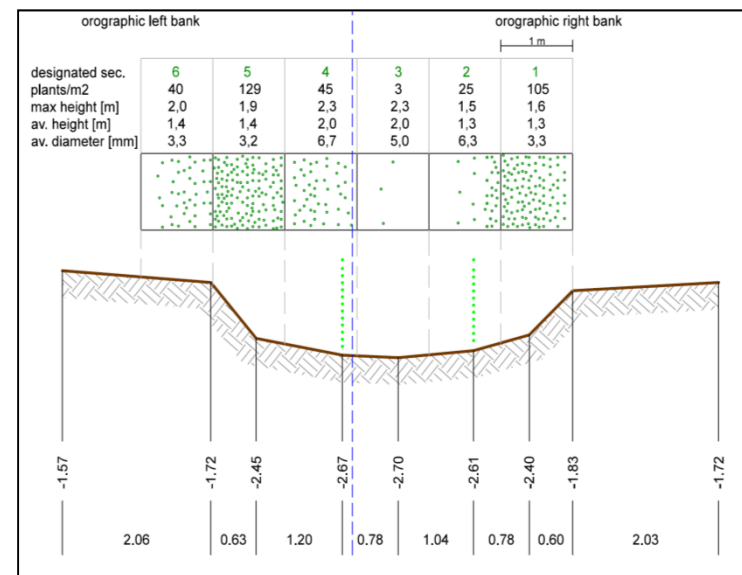
Nepf, H.M. (2012b). Hydrodynamics of vegetated channels. J. Hydraulic Res. 50(3), 262–279.

James, C.S., Birkhead, A.L., Jordanova, A.A., O'Sullivan, J.J. (2004). Flow resistance of emergent vegetation. J. Hydraul.Res. 42(4), 390–398.

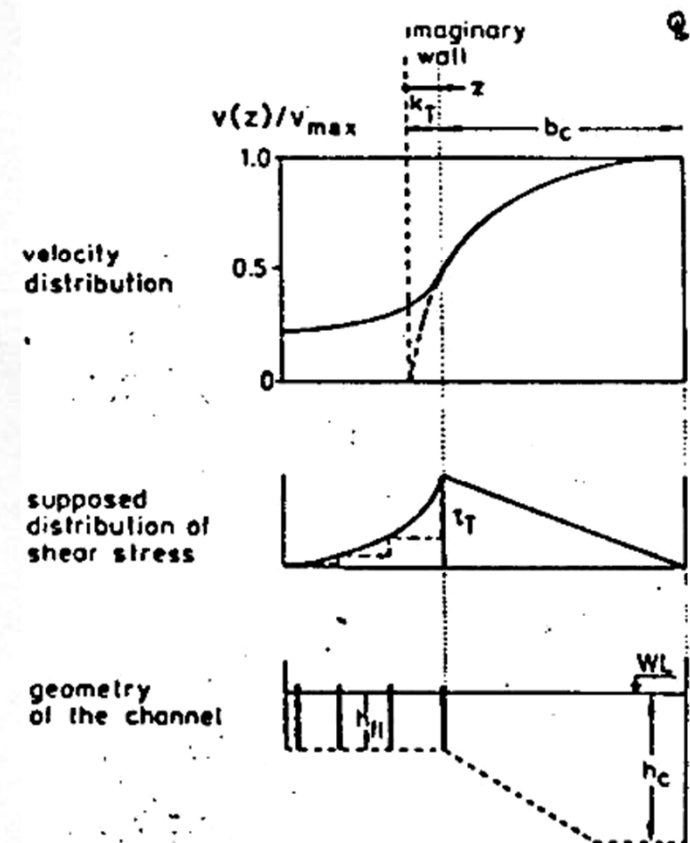
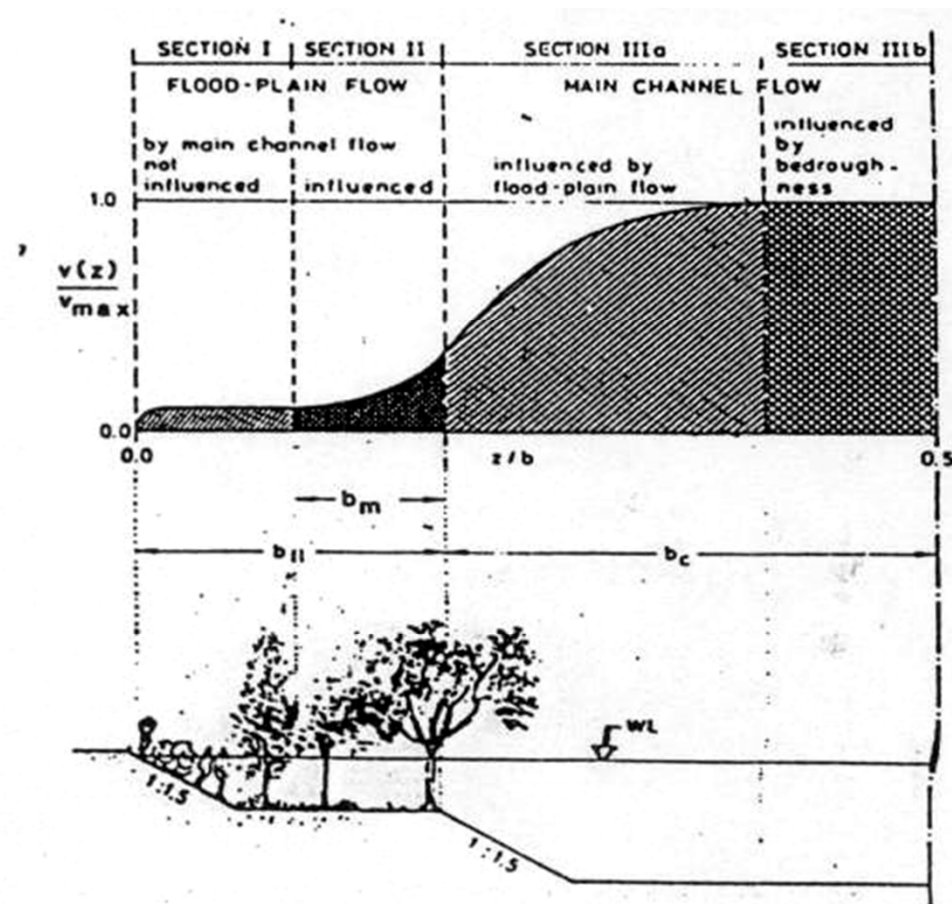
Yang, W., Choi, S.-U. (2010). A two-layer approach for depthlimited open-channel flows with submerged vegetation. J. Hydraulic Res. 48(4), 466–475.

Scabrezza equivalente con 5 diversi metodi:

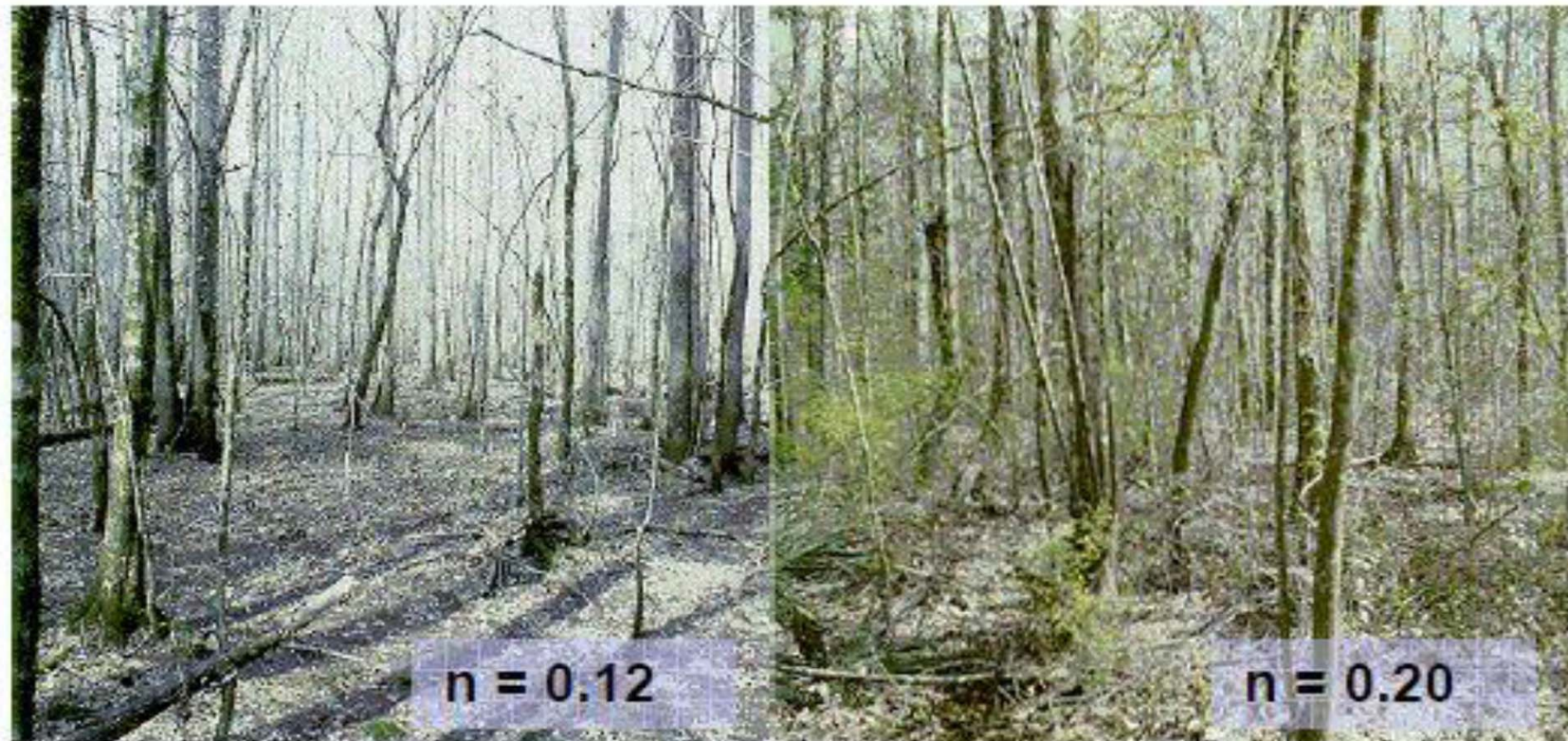
- Lotter
- Pavlovskii
- Horton
- Yen
- Colebatch



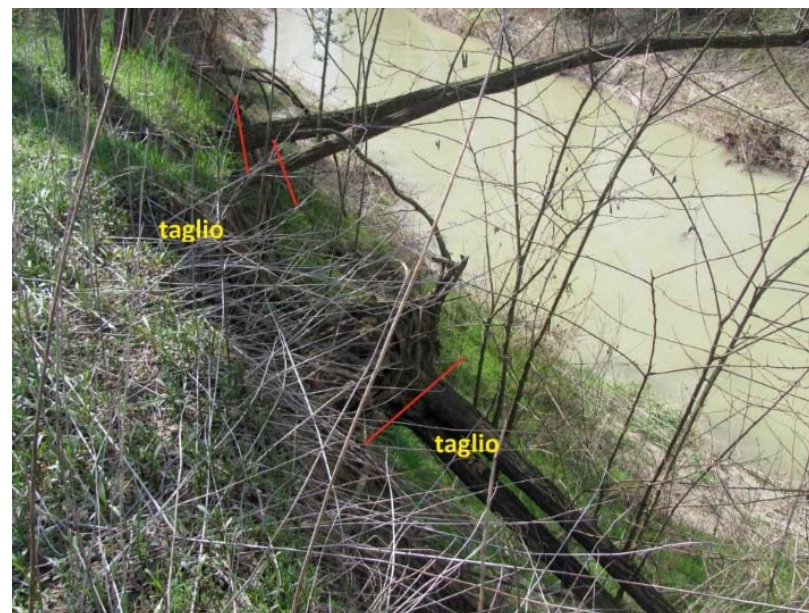
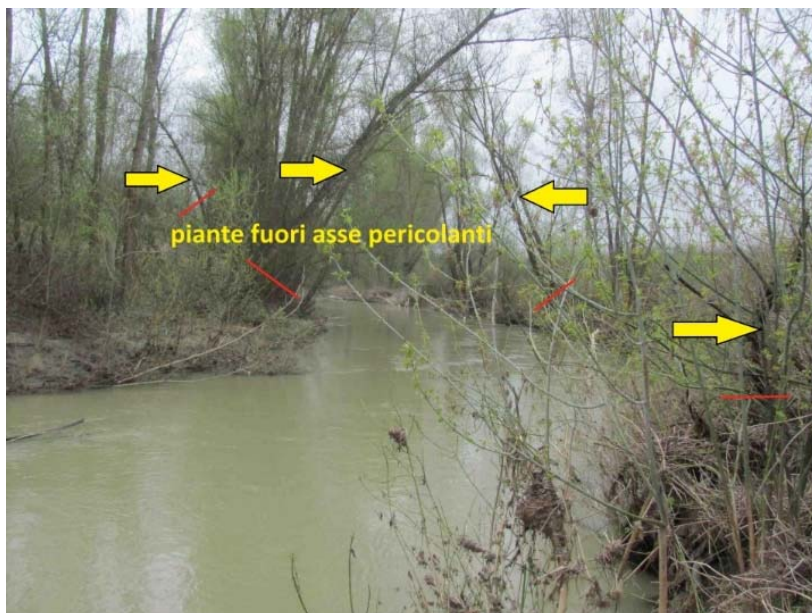
Sezioni composte



"Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficient for Natural Channels and Flood Plains"
(Archement & Schneider, 1989)



IL CRITERIO DELLA SELETTIVITÀ NELLA MANUTENZIONE ORDINARIA



- a) diradamento moderato: eliminazione di piante schiantate, fuori asse, pericolanti
- b) diradamento energetico: taglio anche di altre piante per favorire deflussi

IL RUOLO DEL BOSCO NELLA TRATTENUTA DEL LW

Una vegetazione riparia sviluppata spesso contribuisce a trattenere sedimenti ed altri detriti legnosi, più che a produrne...



MEI = 319 h^{3,3} per erba verde e in crescita

MEI = 25,4 h^{2,26} per erba piegata o morta

MEI = 360 h^{3,5} copertura diffusa salici.

| Anno di misurazione | Densità [fusti/m ²] |
|---|---------------------------------|
| 2003 | 19,6 |
| 2004 | 10,4 |
| 2005 | 8,9 |
| 2006 | |
| 2007 | 6,2 |
| Fiume Vienna, 3 mesi GERSTGRASER, 2000 | 79 |
| Torrente Talvera – 4 anni STANGL, WEINBACHER, 2006 | 8,4 |

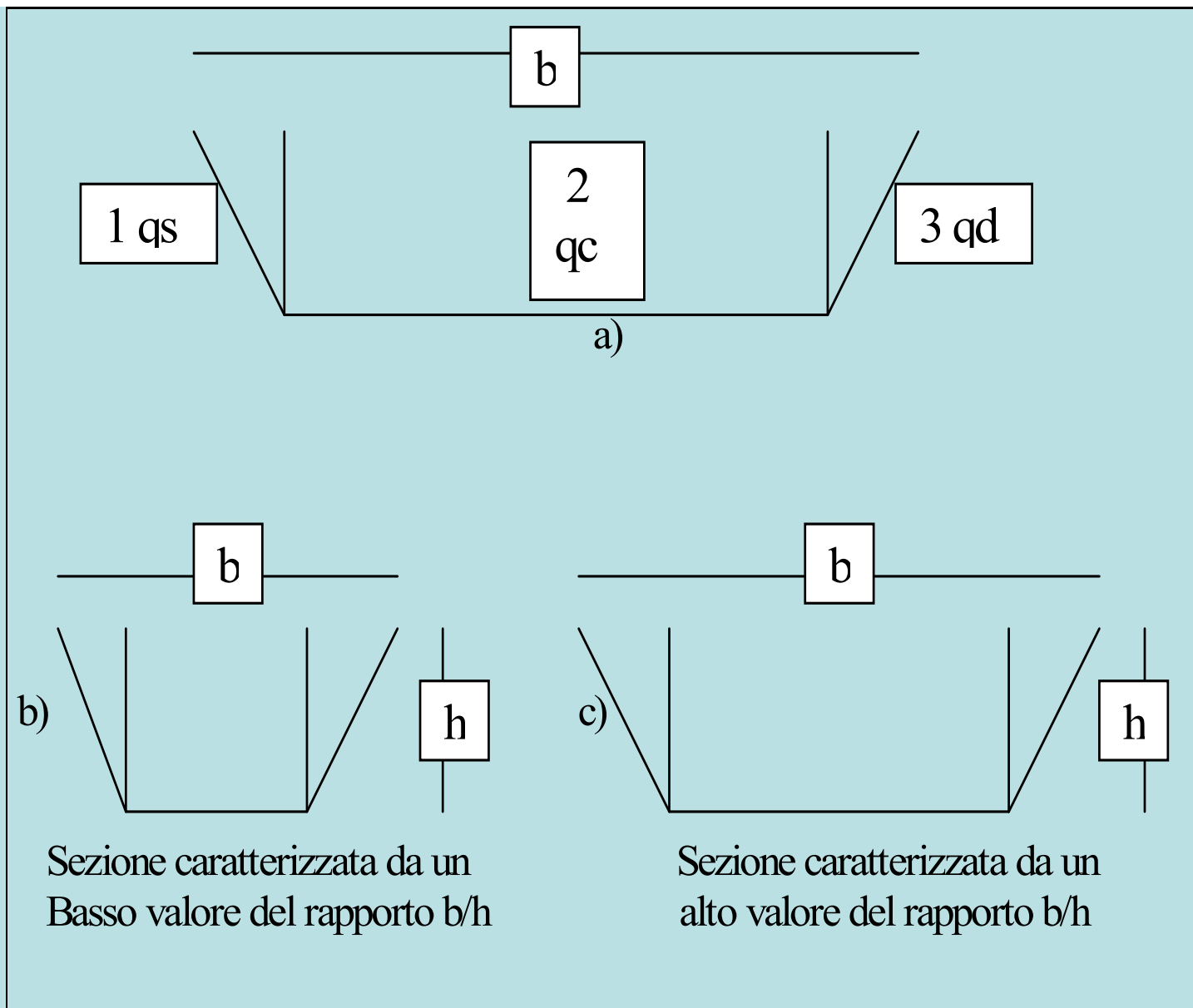
<= Copertura diffusa di salici

Alvei naturali => Densità < 1 pianta/m²



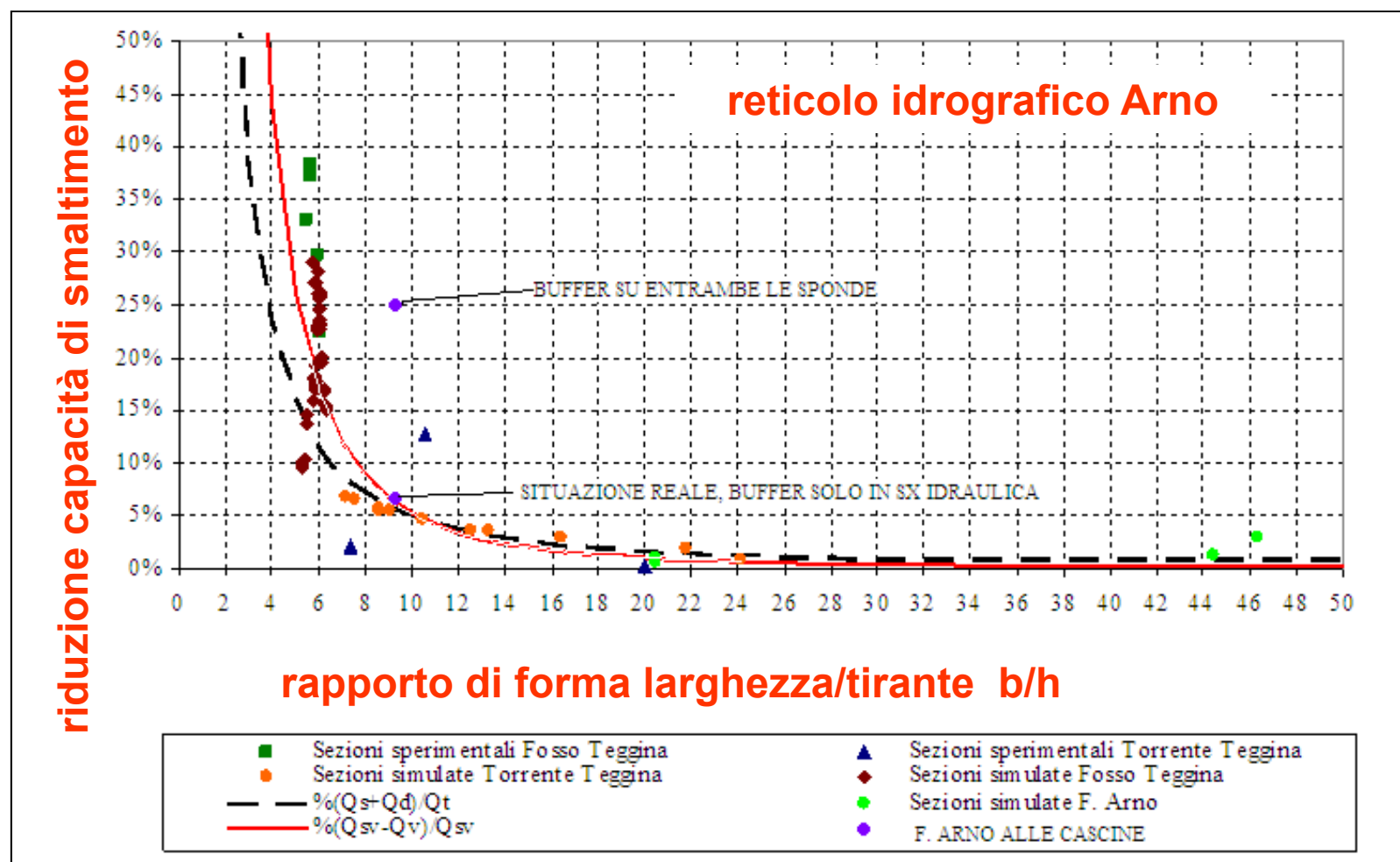
Molon,
2007

rapporto di forma larghezza/tirante b/h

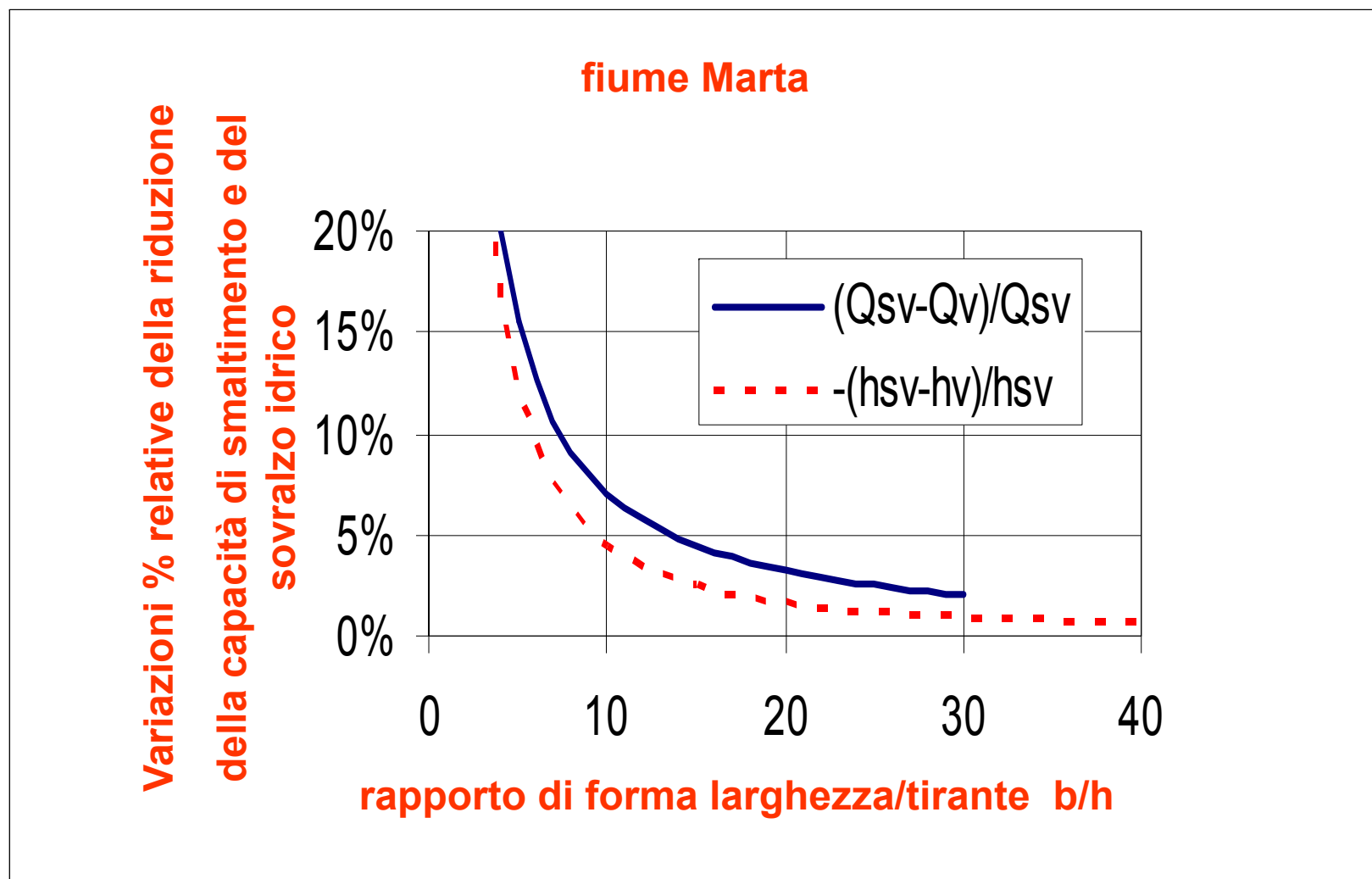


La vegetazione ripariale sta sulle sponde, ma queste non sono morfologicamente come o dove erano prima (alvei incisi, arginati, senza golene)

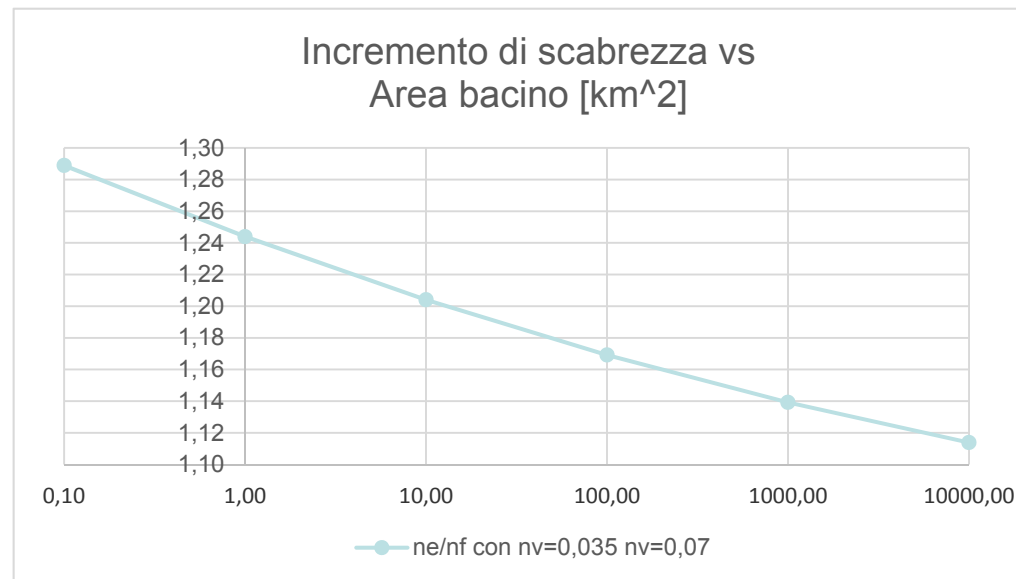
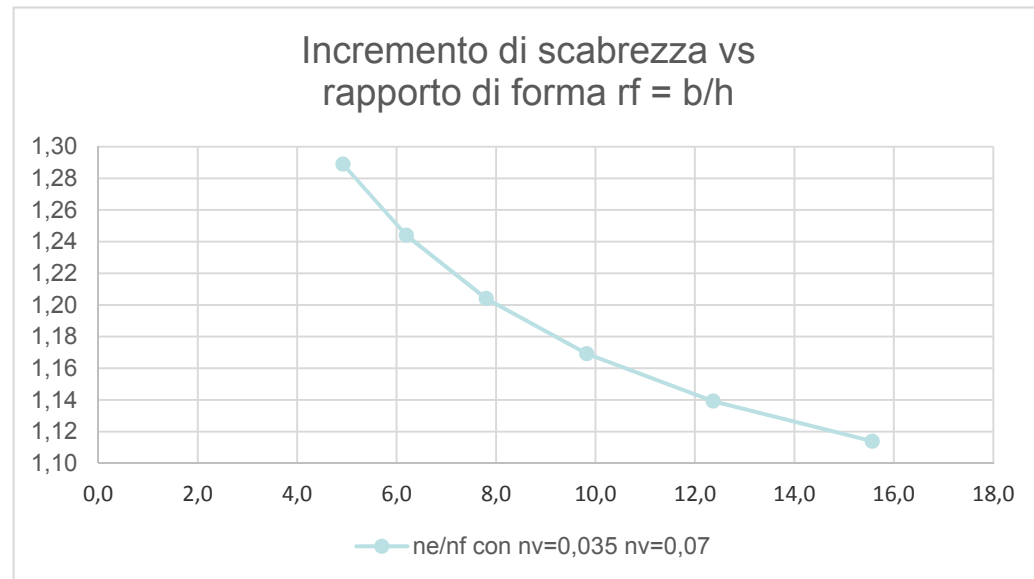
(Masterman & Thorne, 1992)



Relazione tra la **riduzione della capacità di smaltimento** in presenza e assenza della vegetazione ($\%(Q_{sv}-Q_v)/Q_{sv}$) in funzione del rapporto **larghezza pelo libero/tirante idrico** corrispondente per portate con tempi di ritorno di 200 anni, in corsi d'acqua montani, collinari (Fosso Teggina e Torrente Teggina) e di fondo valle (Fiume Arno) in confronto con diagramma di **Masterman & Thorne, 1992** ($\%(Q_s+Q_d)/Q_t$) (Guarnieri e Preti, 2007)

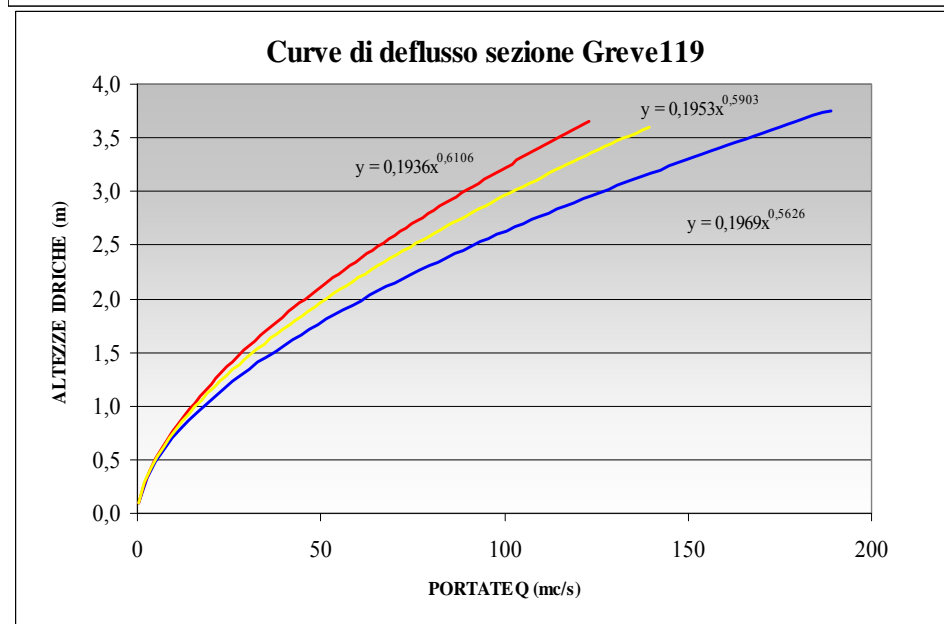
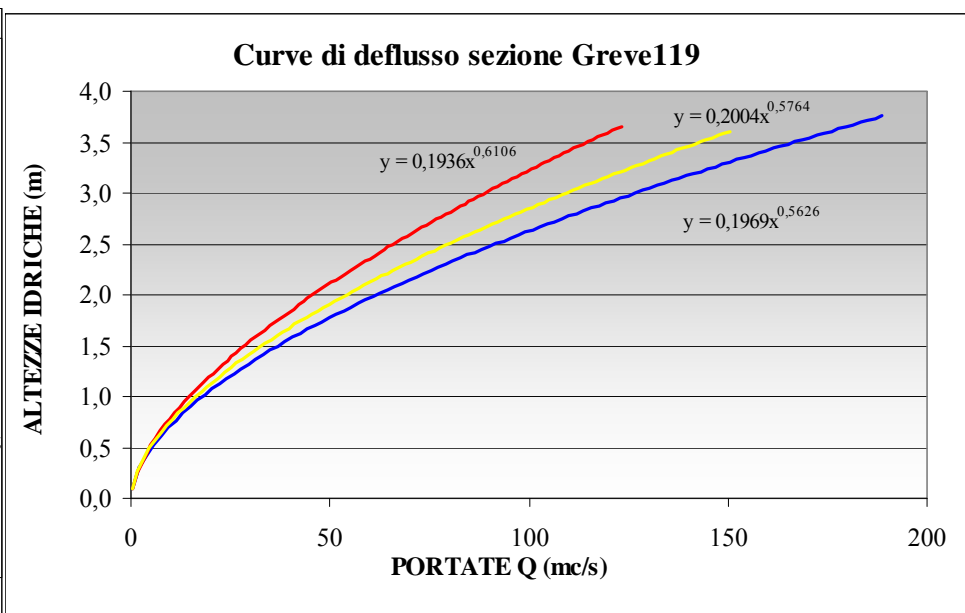
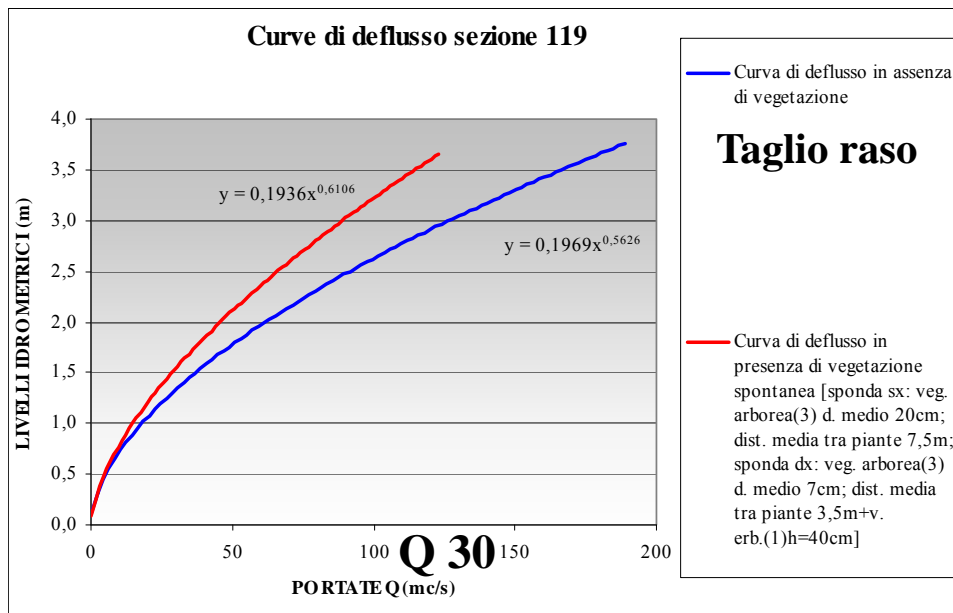


Variazione del rapporto tra portate laterali e portata totale (**riduzione della capacità di smaltimento**) e della variazione relativa di tirante (**sovralzo idrico**) in presenza ed assenza di vegetazione in funzione del rapporto **larghezza/profondità** per alvei con sponde vegetate (rielaborazione con il modello H-Model (Darby, 1995) al caso del fiume Marta (Guarnieri e Preti, 2007) del diagramma analogo di Mastermann & Thorne, 1992 valido per sezione trapezoidale).



- $ne = (rf \cdot nf + 2nv) / (rf + 2)$ scabrezza equivalente pesata sul contorno bagnato di sezione rettangolare di larghezza b e altezza h (rapporto di forma $rf = b/h$)
- nf = scabrezza del fondo
- nv = scabrezza sulle sponde dovuta alla vegetazione $nv(s/d)$ per Baptist o Hmodel, con s spaziatura e d diametro dei fusti

IPOTESI DI INTERVENTI DI MANUTENZIONE: GREVE



SPONDA SX: diametro medio da 20 a 12 cm
SPONDA DX: aumento spaziatura da 3,5 a 7 m

Diametro medio 3 cm su entrambe le sponde

**esempi di taglio in
alveo «stretto»:
con tagli selettivi si
mantengono habitat,
flessibilità, protezione
delle sponde**

CASO DI STUDIO: ARNO A FIRENZE

- 2 Enti diversi gestivano le sponde del fiume Arno nel tratto del Parco delle Cascine a Firenze adottando criteri chiaramente diversi: l'ex Consorzio di Bonifica Area Fiorentina in destra e l'ex Consorzio di Bonifica Toscana Centrale in sinistra:
- in destra idraulica la vegetazione arborea era assente nell'alveo interessato da portata trentennale (circa 2500 m³/s con 15 m di tirante) ed oggi sta tornando al piede (CBMV);
- in sinistra idraulica è mantenuto un buffer di vegetazione riparia al piede della sponda;
- Quantificazione degli effetti di criteri di gestione, più o meno intensivi, sulla capacità di smaltimento delle portate dell'alveo e sulla stabilità delle sponde.

CASO DI STUDIO: ARNO A FIRENZE



**Fiume Arno all'altezza del
Parco delle Cascine dal Ponte
dell'Indiano nel 2011**

Tesi Alessandro Errico



**Fiume Arno all'altezza del Parco
delle Cascine a fine anni '80 e
come sta tornando in questi mesi**

Foto Marco Dinetti



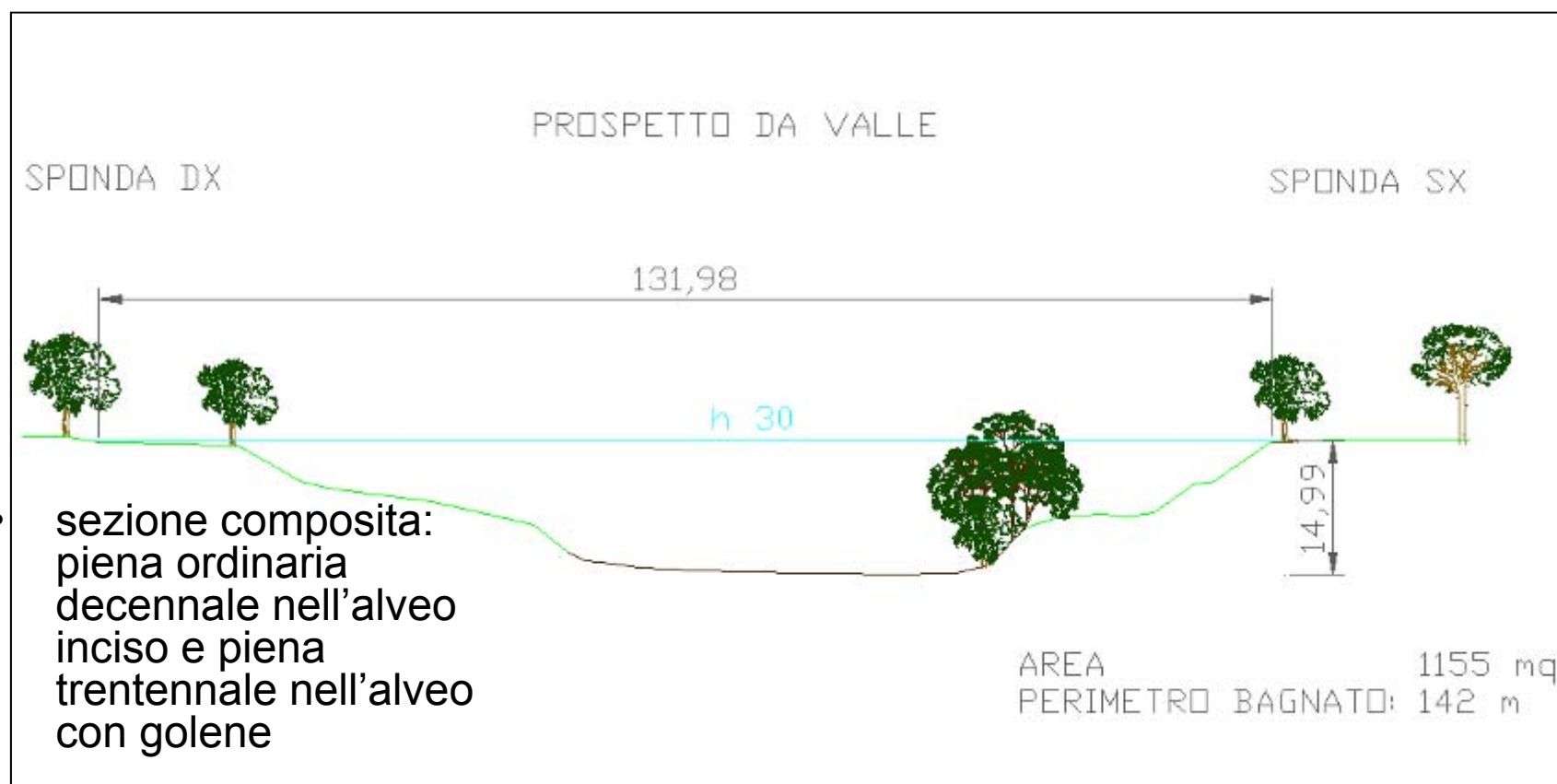
**Cabianca, 1866,
Tramonto sull'Arno alle Cascine**



Renaioli alle Cascine

RILIEVI

- Raccolta dati ed elaborazione dei dati dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno;
- Calcolo di Sezione e Raggio idraulico (validazione modello);
- Determinazione del **RAPPORTO LARGHEZZA/ALTEZZA DELL'ALVEO b/h c.a. 9**;
- Rilievi vegetazionali: vegetazione arborea (**SPAZIATURA/DIAMETRO c.a. 10**) e vegetazione erbacea.



La vegetazione erbacea

- Rilevamento dell'altezza;
- Manutenzione: metodi e frequenza.

PRIMA DELLO SFALCIO...



Sponda destra

- Vegetazione erbacea su entrambe le sponde: 3 aree di saggio rettangolari di 72 m² (6x12 m), secondo il metodo di Braun Blanquet;
- L'altezza varia fra i 0,5 ed i 2 m; in sponda sx la vegetazione ha carattere prevalentemente erbaceo, con prevalenza di ortica e artemisia, mentre in dx presenza di ceppaie arboree in ricaccio, unite a nuclei sparsi di *Arundo donax* e *Achnatherum*.

... DOPO LO SFALCIO

- “Disciplinare Attuativo per interventi sulla vegetazione riparia in corsi d’acqua e canali”
pubblicato dalla **Provincia di Firenze** in collaborazione con C.M. della Montagna Fiorentina, C.M. del Mugello, C.M. del Pratomagno e Consorzio di Bonifica dell’Area Fiorentina:



Sponda sinistra (buffer arboreo)

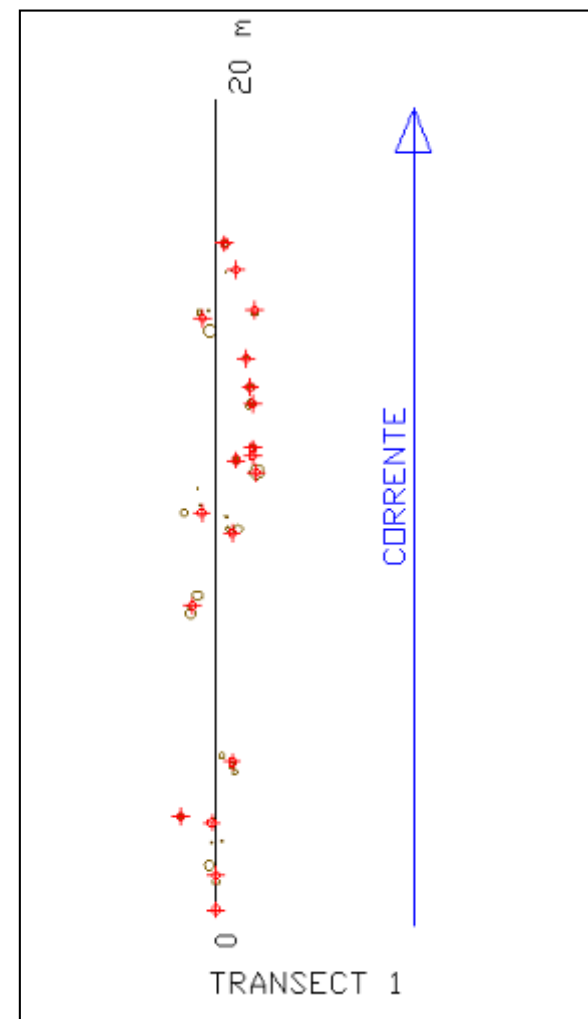


Sponda destra
(solo vegetazione erbacea)

“Il taglio deve avvenire ad un'altezza minima di 10 cm da terra così da consentire una via di fuga alla fauna minore incapace di rapidi spostamenti. È consentito il rilascio di una fascia vegetata al piede della sponda con finalità antierosive, ombreggianti ma anche di rifugio e nidificazione dell'avifauna”.

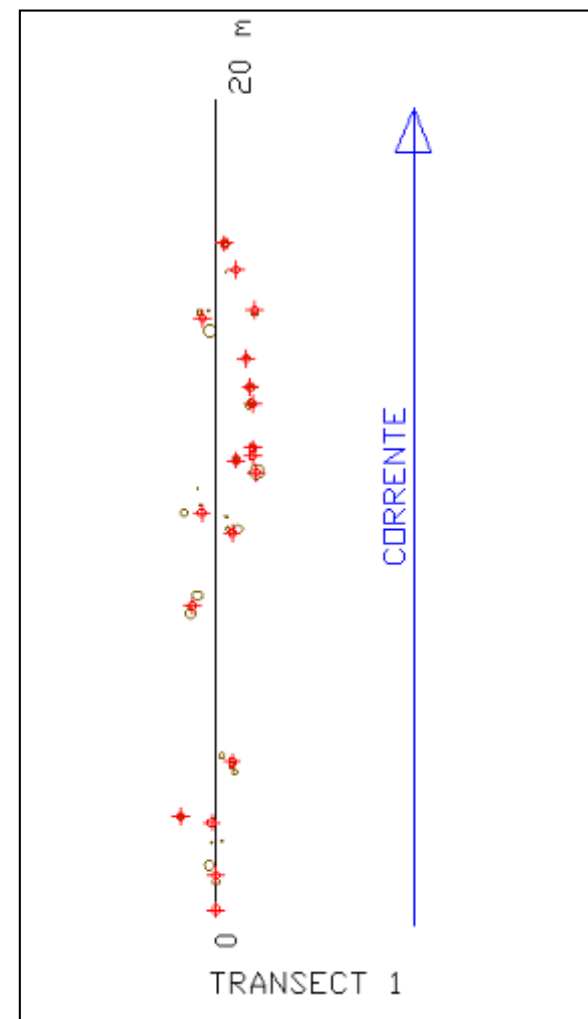
La vegetazione arborea

- Descrizione del popolamento
- Gestione
- Metodi di rilevamento



La vegetazione arborea (segue)

- Fascia alberata in sx: 3 *transects* di 20 m di lunghezza per 2 di larghezza;
- Spaziatura $s = 0.97$ m e diametro medio $d = 0.15$ m;
- Rilievo della posizione di ogni ceppaia e di ogni pollone e la larghezza media della fascia arborata in ogni punto.



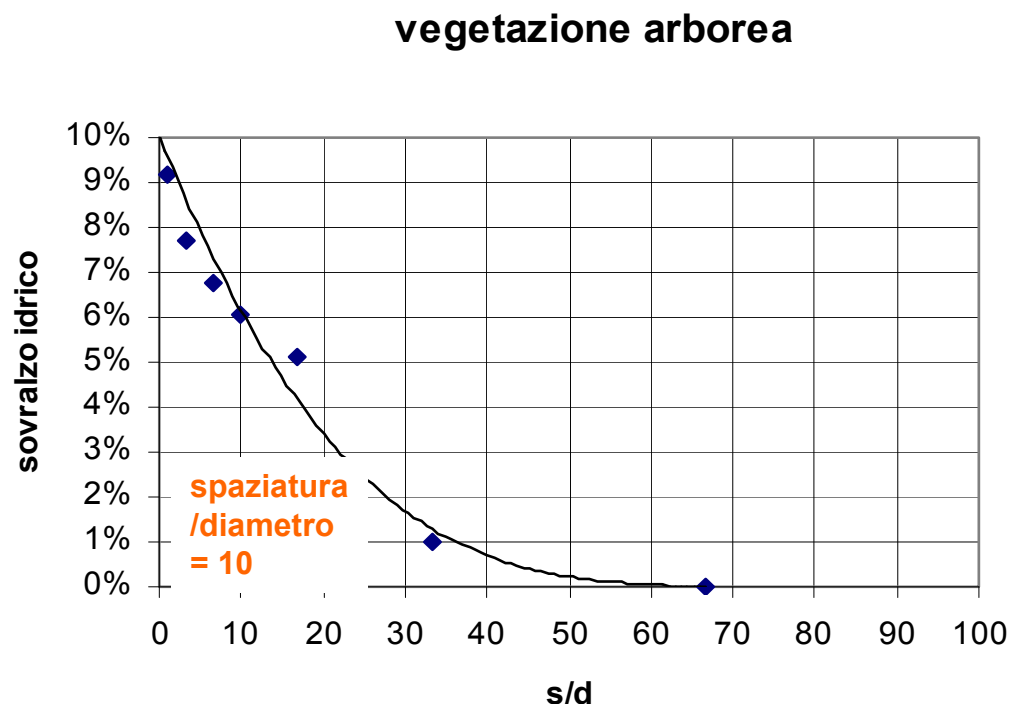
Vegetazione arborea: rapporto s/d

- Le formule impiegate per determinare l'effetto della vegetazione sul deflusso si basano sul rapporto **Spaziatura/Diametro**;
- s/d è quindi il parametro che determina l'aumento di resistenza dovuto alla presenza di alberi in alveo e sulle sponde;
- Si valuta il sovrizzo idrico % in relazione a variazioni di s/d;



- Confronto fra situazioni diverse.



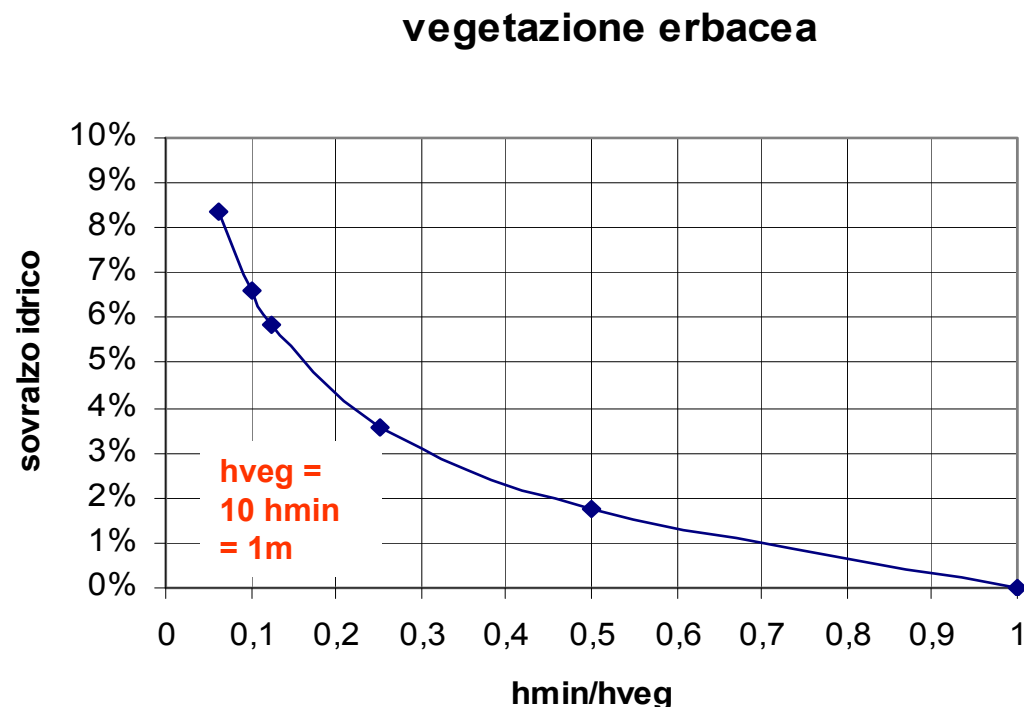


- Risultati ottenuti ipotizzando una situazione di vegetazione non flessibile (con diversi valori di s/d) in sponda sinistra, mantenendo in sponda destra una copertura erbacea di 10 cm di altezza.
- Solo per valori di $s/d > 10$ l'effetto sul sovranzo idrico non sarebbe rilevante ($< 5\%$), a conferma di quanto dimostrato da altre esperienze (Guarnieri e Preti, 2007). Nel caso in esame l'attuale rapporto s/d , rilevato sul buffer vegetazionale rilasciato in sinistra, è risultato pari a **6.32**, quindi un valore ridotto (interventi di taglio limitati alla sola rimozione delle piante instabili o cadute), ma in un *buffer* poco esteso.
- Indici $b/h*d/s$ oppure $b/h-s/d$ non sono monotone: abachi o diagrammi tridimensionali **UTILI PER SCOPO APPLICATIVO**.

L'effetto della vegetazione erbacea

- H-Model si basa su due variabili: erba secca/erba verde e altezza dell'erba;
- Al momento dei rilievi (metà settembre) la vegetazione superava talvolta i 150 cm di altezza ed era in pieno sviluppo;
- Simulazione in H-Model: assenza di alberi, variazione di h dell'erba;





- Relazione esistente fra il sovranzo idrico ed il parametro adimensionale h_{min}/veg , ottenuto dal rapporto fra l'altezza minima della vegetazione erbacea h_{min} e l'altezza della vegetazione in crescita h_{veg} . L'altezza minima h_{min} è stabilita per normativa in 10 cm, per motivi ecologici e non idraulici, al fine di tutelare la fauna minore durante gli interventi di sfalcio (Guarnieri e Preti, 2007).
- Si nota che **l'effetto della vegetazione erbacea diventa trascurabile (< 5%) per valori di $h_{min}/h_{veg} > 0.1-0.2$, ovvero quando l'altezza dell'erba è inferiore ai 50 cm;**
- Per gran parte dell'anno l'erba non supera questa altezza, pertanto da un punto di vista idraulico la gestione risulta appropriata.

Distribuzione dello sforzo tangenziale

- Calcolo dello sforzo tangenziale medio $\tau = 16 \text{ N/m}^2$
- Limite di resistenza al taglio del cotico erboso $\tau = 20 \text{ N/m}^2$ (e.g. Chow, 1959),
- Calcolo dello sforzo di trascinamento con H-Model:



Stabilità delle sponde fluviali

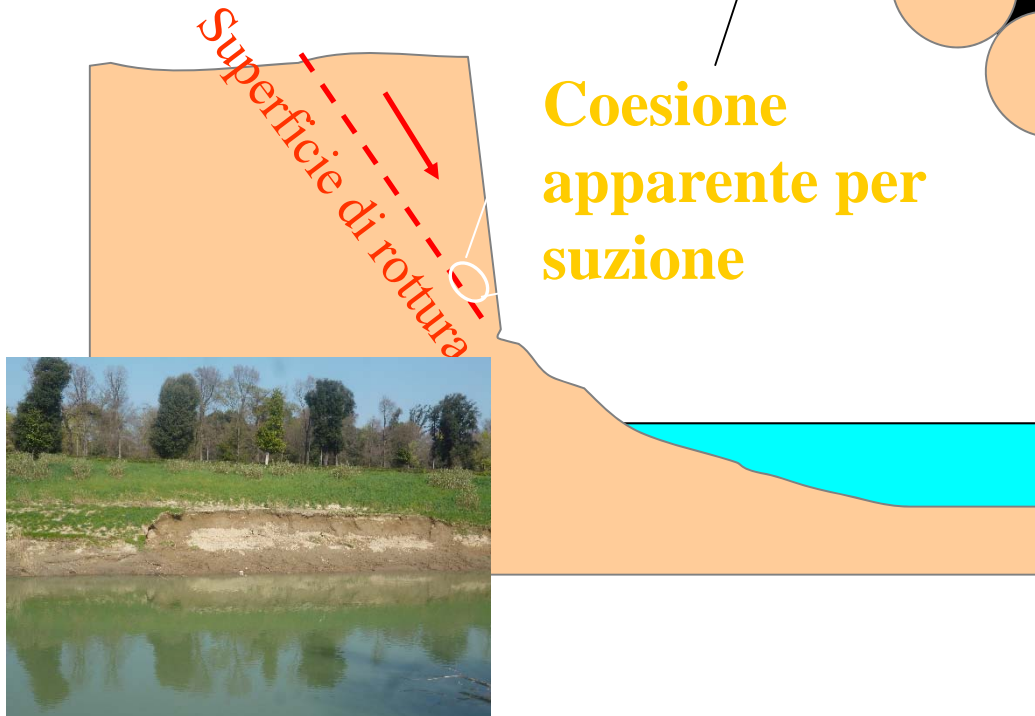
Coesione del
suolo + **root
reinforcement**

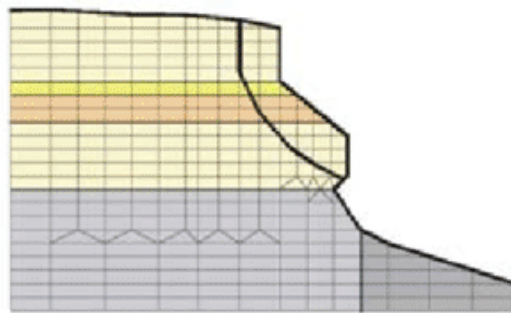
Coesione
apparente per
suzione

Attrito internofra
particelle

Pressioni neutre
riducono l'attrito

Coesione apparente > rinforzo
radicale > coesione terreno



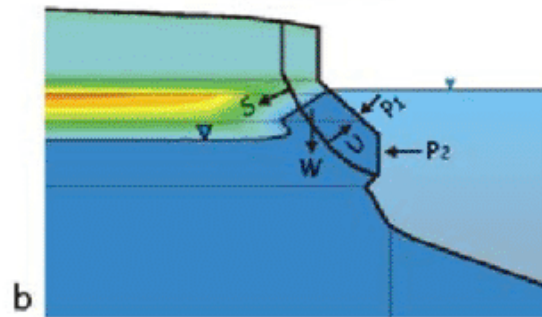


A

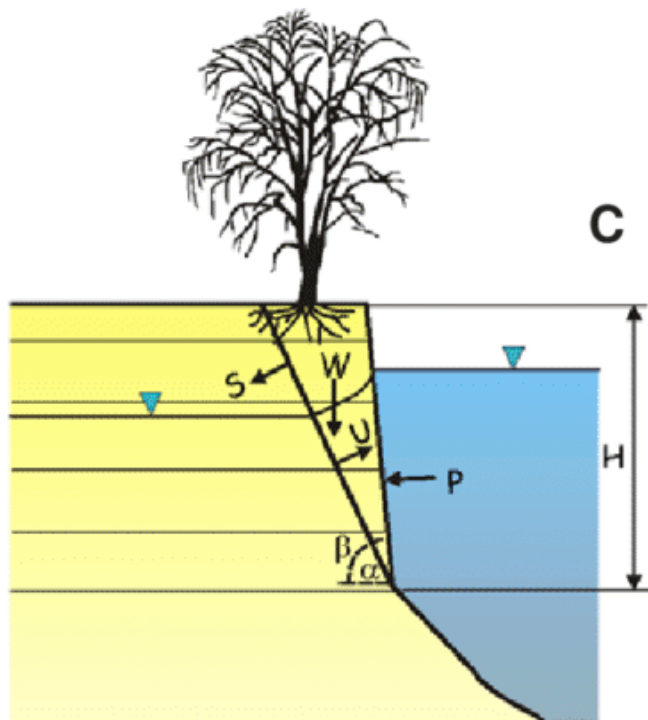


B

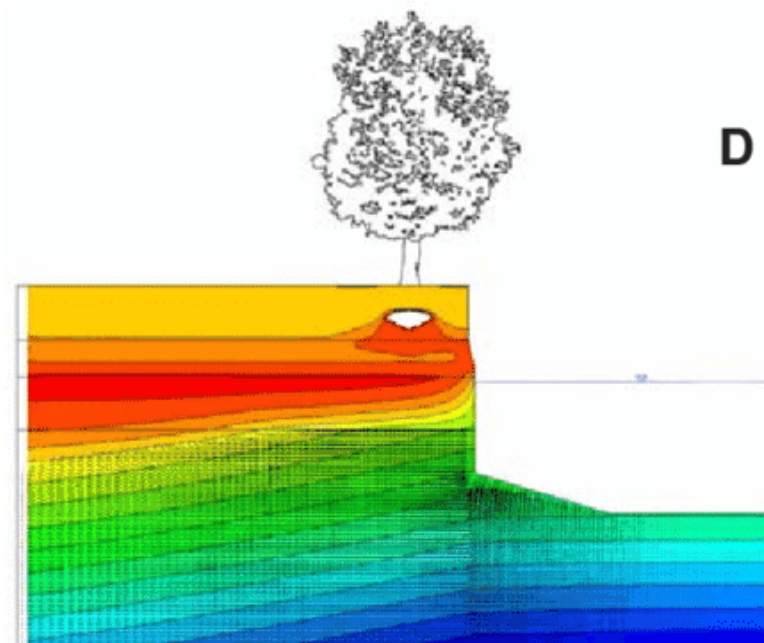
a



b



C



D

Mappatura FS locale con Quantile 0.05

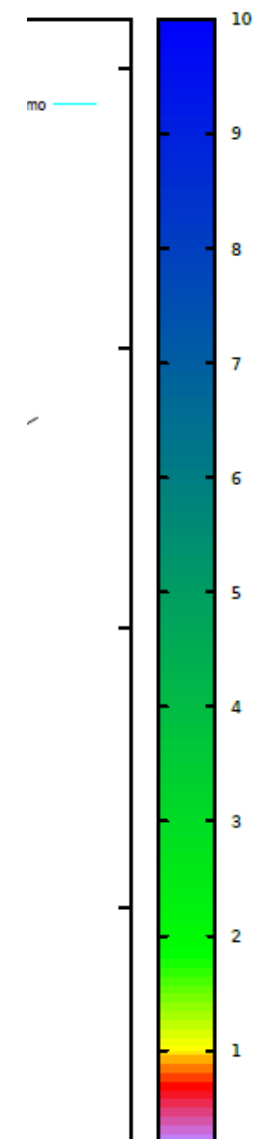
Mappa ottenuta con algoritmo con QuasiFEM algorithm (Borselli 2013,18)

Fattore di sicurezza Globale (superficie con Fs minimo): 1.0312

Metodo di calcolo: MORGESTERN-PRICE (1965)

Sup. FS minimo

FS Locale



mo

Sup. FS minimo

5

Mappatura FS locale con Quantile 0.05

Mappa ottenuta con algoritmo con QuasiFEM algorithm (Borselli 2013,18)

Fattore di sicurezza Globale (superficie con Fs minimo): 1.1490

Metodo di calcolo: MORGESTERN-PRICE (1965)

45

50

55

60

X - m

Credits to: GNUPLOT 5.2.8 www.gnuplot.info

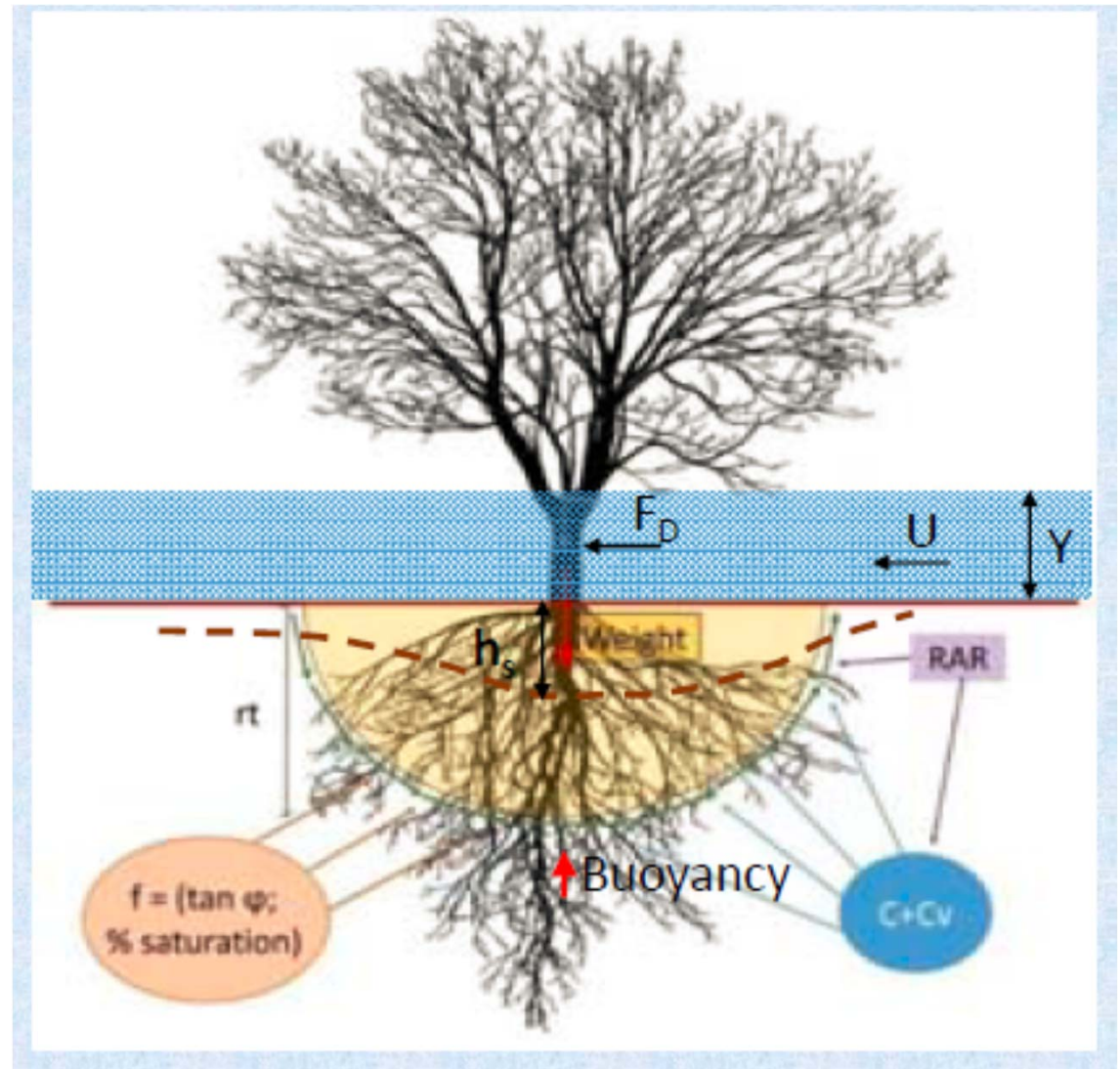
SSAP2010 rel. 4.9.9(1991,2019) by L. Borselli, www.lorenzo-borselli.eu
<https://WWW.SSAP.EU>

Stabilità di sponde e piante isolate (erosione sponde e localizzata alla base del fusto)

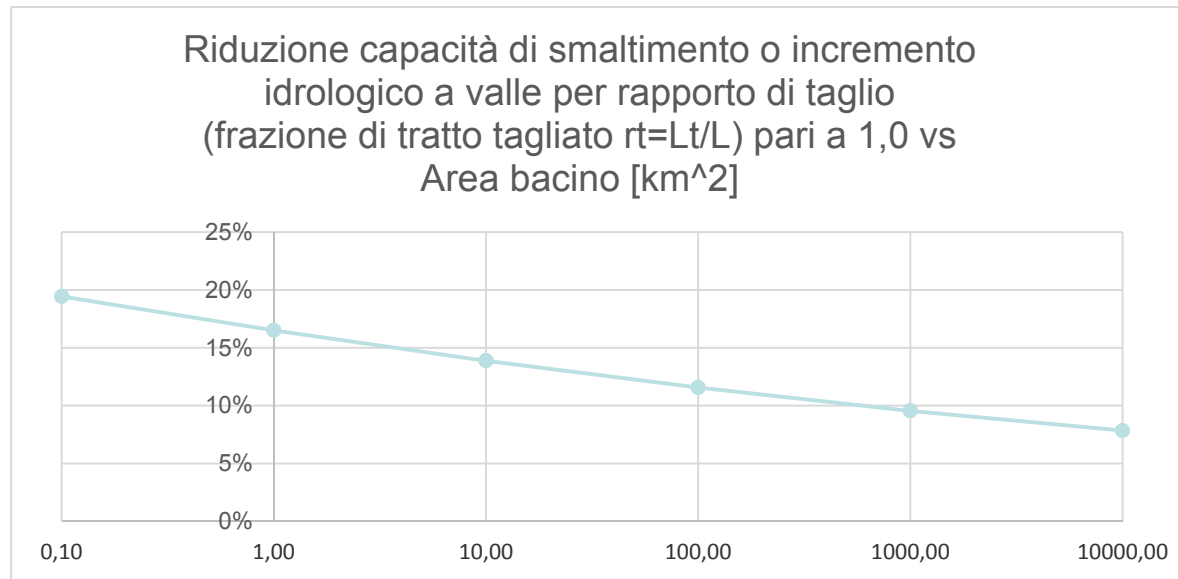


**Prove di trazione
o ribaltamento**

Modello Glaeba



EFFETTI «IDROLOGICI» : scala di tratto fluviale e non di singola sezione



Effetto idrologico si considera che tagliando a monte della sezione per un tratto pari a L_t rispetto a L (rapporto di taglio $r_t = L_t/L$), si ottenga una riduzione del tempo di concentrazione con un aumento della portata che transita nella sezione

$$t_{ct} = t_c (r_t / (n_f / n_e) + 1 - r_t)$$

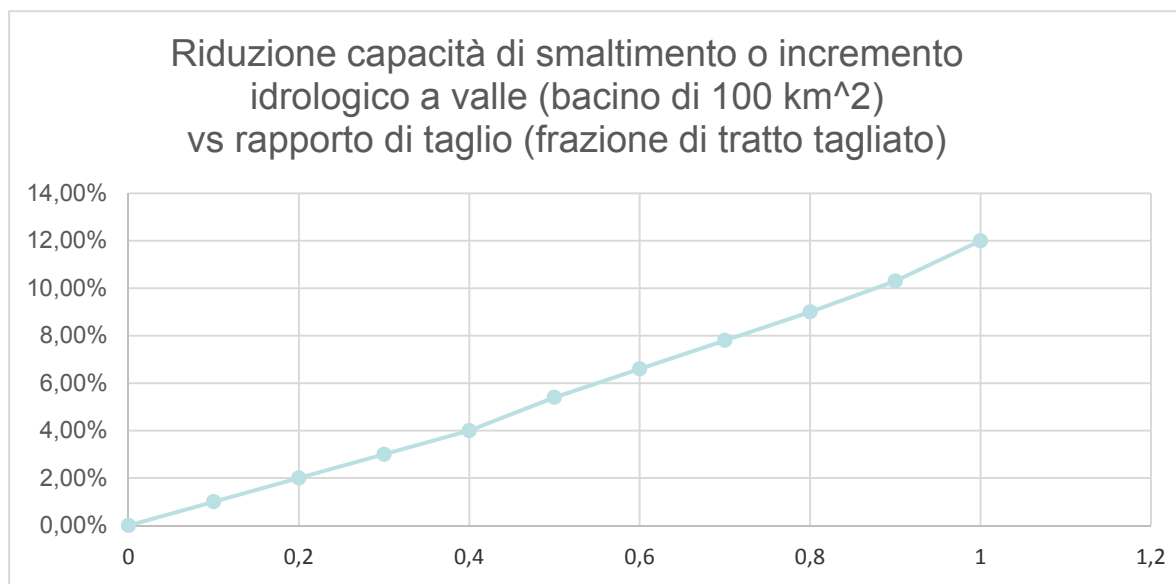
Il legame fra t_c e Area del bacino è stato stimato coi dati di AlTo per tutti i corsi d'acqua del reticolo dell'Arno pre-elaborati

$$Q_t/Q = (t_c/t_{ct})^{(1-nLSPP)}$$

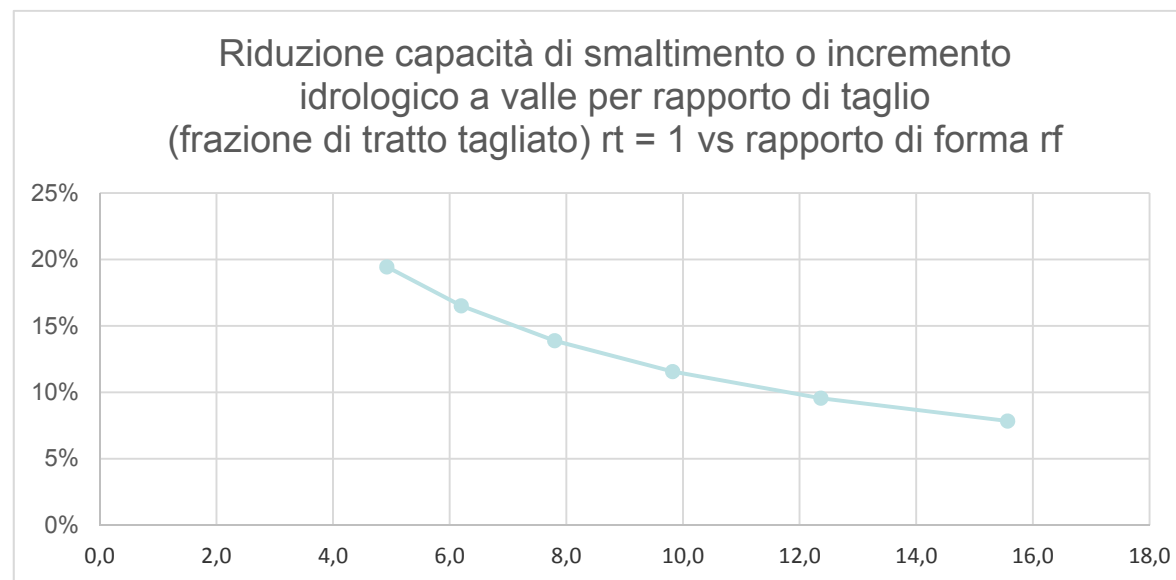
Riduzione capacità di smaltimento o incremento idrologico di portata a valle

$$Q_t/Q - 1 = (Q_t - Q)/Q$$

EFFETTI «IDROLOGICI» : scala di tratto fluviale e non di singola sezione



tagliando la vegetazione lungo un tratto si incrementa a valle la portata (riduzione dei tempi di corrivazione e aumento dei volumi in transito)



- **Calcolo della variazione di RISCHIO**
- Curva di crescita $Q = Q(T_r)$ esempio Arno a Nave di Rosano o Greve a Falciani
- Taglio della vegetazione aumenta del 10% la **portata smaltibile nella sezione** riducendo il sovrallzo idrico
- $\Delta Q +10\%$ stessa curva di crescita $\Rightarrow T_r$ maggiore \Rightarrow Pericolosità minore \Rightarrow **Rischio minore**
- Taglio della vegetazione incrementa del 10% il **picco di piena a valle in arrivo da monte**
- $\Delta Q +10\%$ aumento curva di crescita $\Rightarrow T_r$ minore \Rightarrow Pericolosità maggiore \Rightarrow **Rischio maggiore**

- la Pericolosità varia con il taglio della vegetazione **riducendosi del 20% nella sezione**, ma può **aggravarsi del 20% a valle**

$$P[x(T)] = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^N$$

Greve a Falciani o Sieve a
Tavajano area circa 120 kmq

| Tr | Q | Q+-deltaQ | Q--deltaQ | HTr | Trdelta+ | Trdelta- | Htrdelta+ | Htrdelta- | % Htrdelta+ | % Htrdelta- |
|------------|--------|-----------|-----------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|----------------|----------------|
| 20 | 226,38 | 249,02 | 205,80 | 0,64 | 26,6 | 14,0 | 0,53 | 0,77 | -17% | 20% |
| 100 | 380,99 | 419,09 | 346,35 | 0,63 | 154,6 | 81,2 | 0,48 | 0,71 | -25% | 12% |
| 200 | 441,61 | 485,77 | 401,46 | 0,63 | 254,5 | 133,7 | 0,54 | 0,78 | -14% | 23% |

**Ombrone Pistoiese:
analisi preliminare dell' intervento del Consorzio di Bonifica Medio Valdarno
nel tratto terminale**



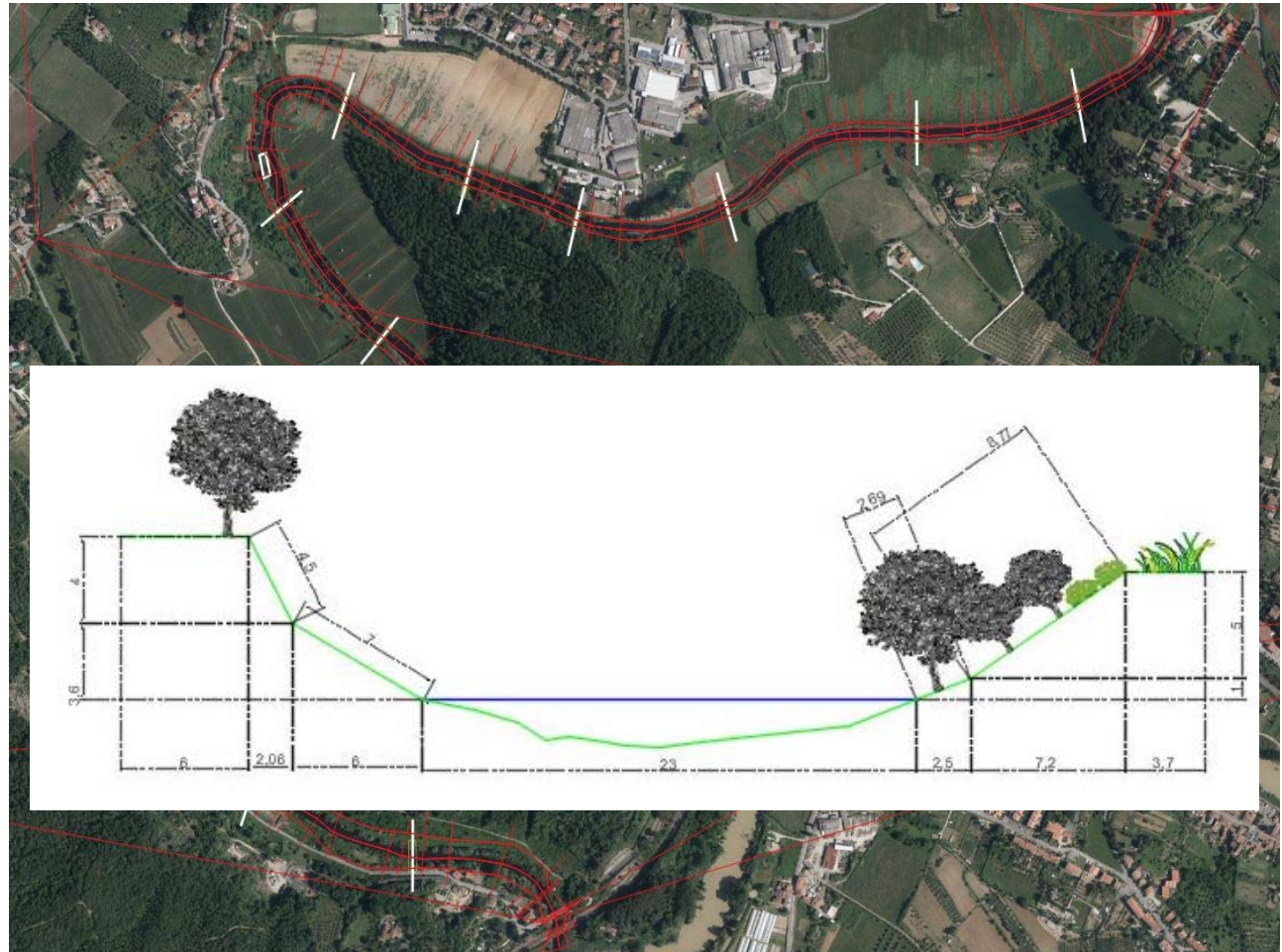
Elaborato da Studenti DAGRI e DICEA (Francalanci): Iacono, Migliorini , Marchi e Tucci

**Il progetto ha previsto la rimozione totale
della vegetazione arborea e arbustiva
mediante trinciatura**

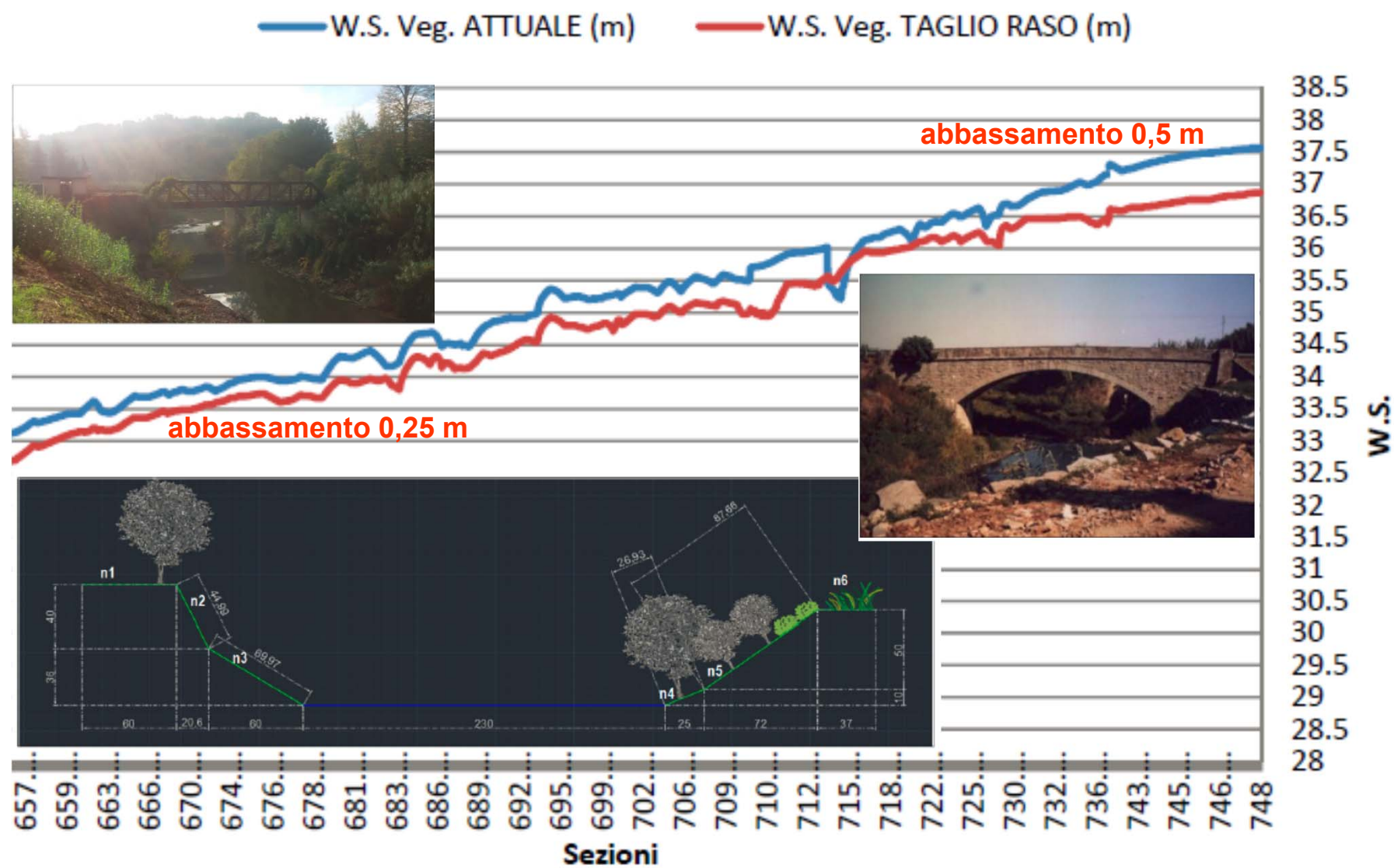


Rilievi vegetazionali

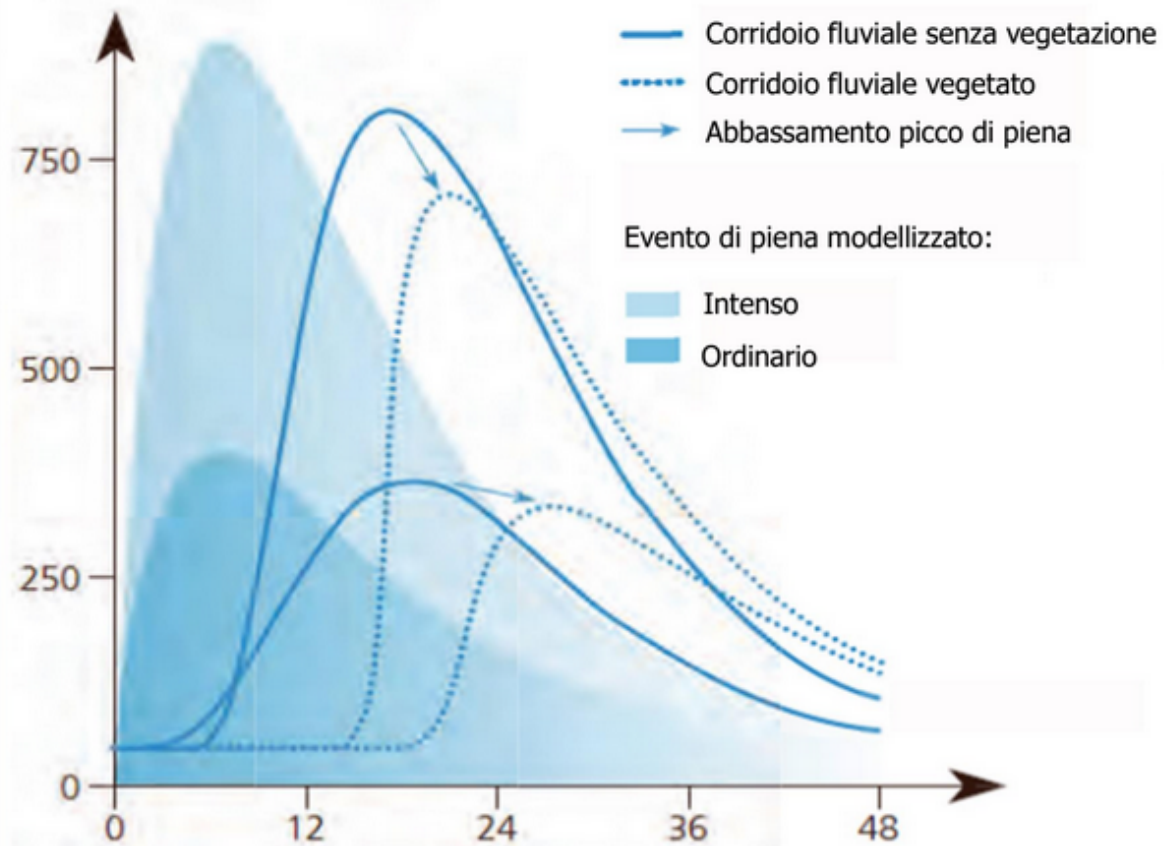
- Rilievi forestali su 12 sezioni trasversali
- 12 transects di larghezza 10 m
- Misurazione di posizione e diametro dei fusti; determinazione della densità di piante/mq in ciascuna area di saggio
- Perimetrazione e georeferenziazione di tutti i patch di vegetazione arbustiva e a canneto



tagliando lungo un tratto si incrementa a valle la portata
(onda di piena più «concentrata», anche a parità di volume)



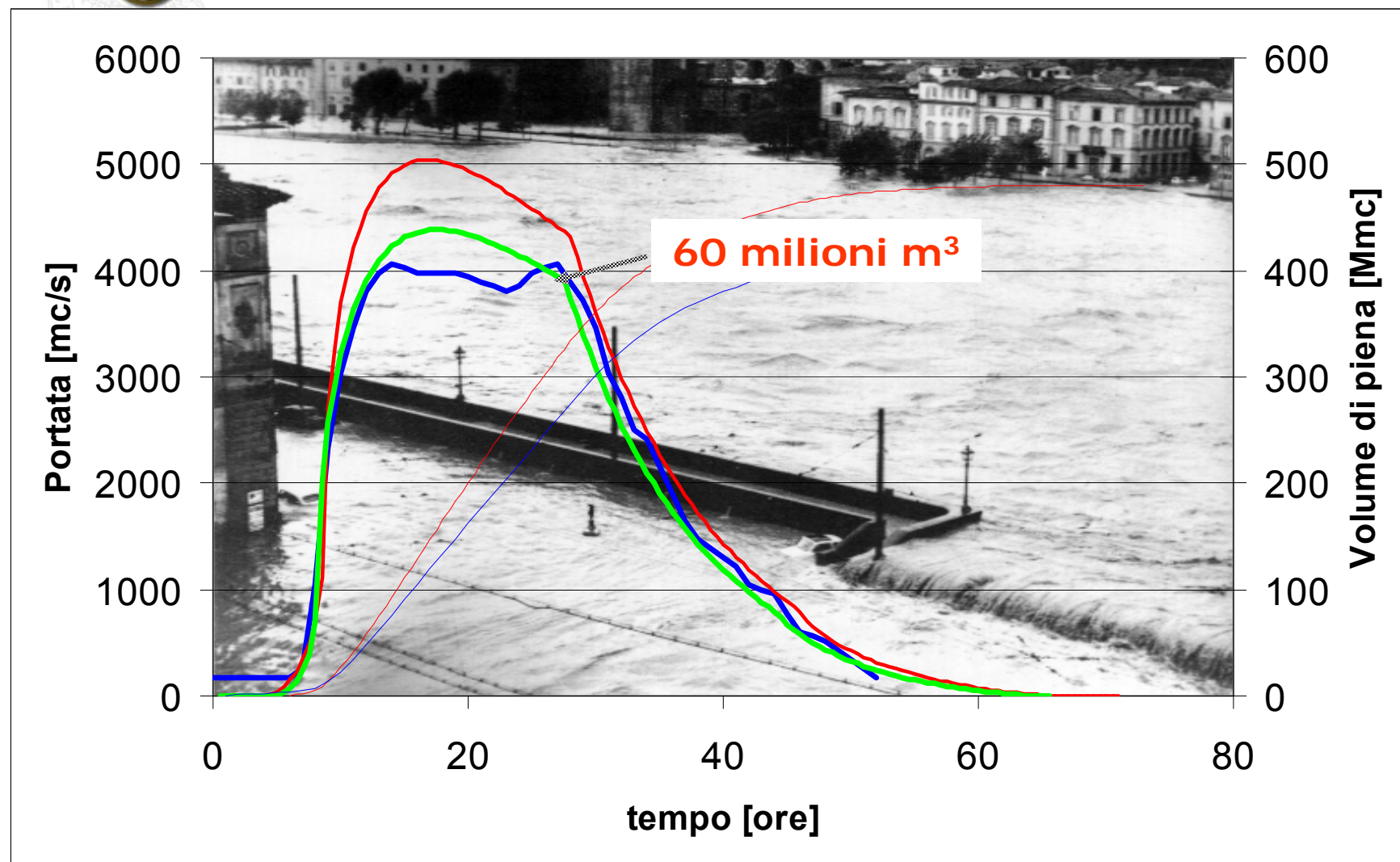
Effetto della forestazione sull'idrogramma di piena (fiume Murrumbidgee)





LAMINAZIONE DIFFUSA O CASSA DI ESPANSIONE EQUIVALENTE

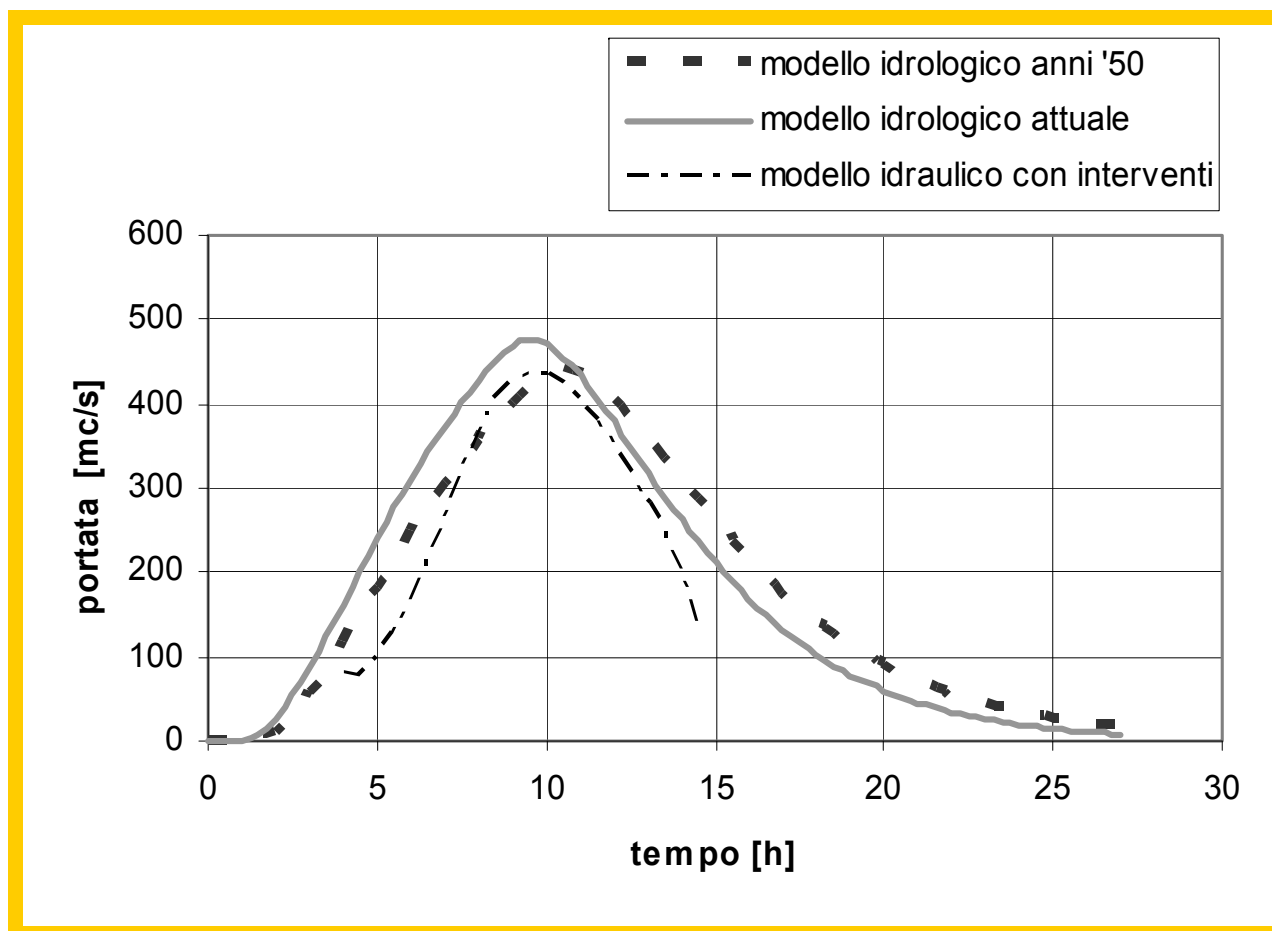
EVOLUZIONE IDROGRAMMA DI PIENA: ARNO A FIRENZE



dalla lettura di G. Menduni su "La regimazione delle acque. Dalle sistemazioni dei terreni, ai laghetti collinari ed alle casse di espansione",
adunanza pubblica all'Accademia dei Georgofili del 2 maggio 2002.

EVOLUZIONE IDROGRAMMA DI PIENA

Greve confluenza in Arno

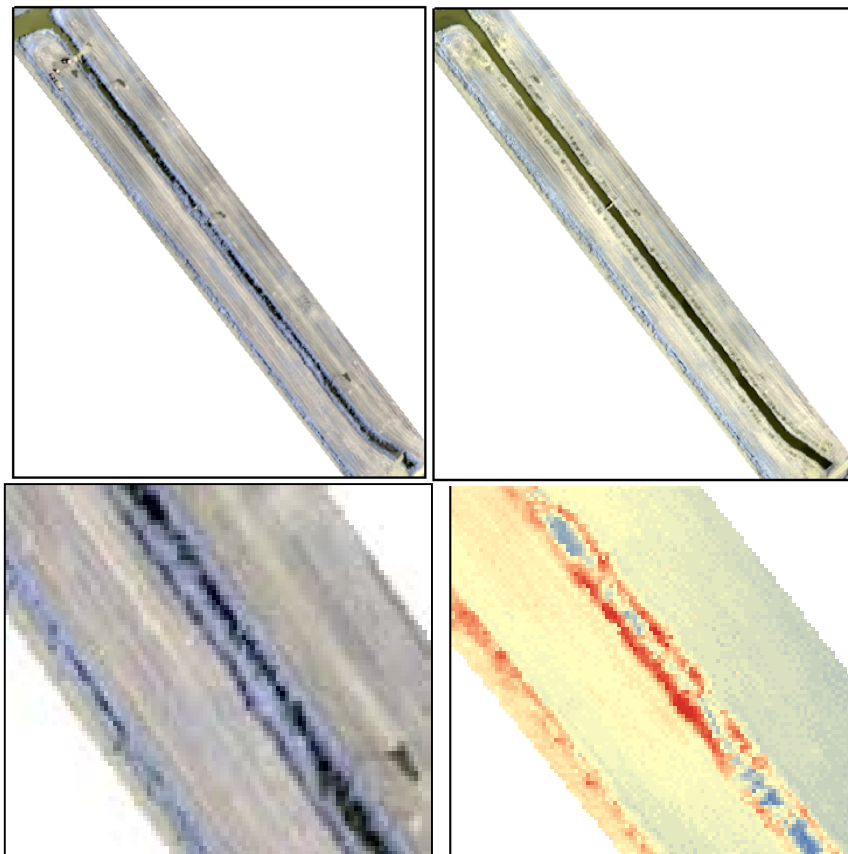


Un ipotetico ripristino delle condizioni “anni ‘50” con interventi estensivi a scala di bacino potrebbe avere un effetto (laminazione e ritardo) analogo a quello ottenibile con gli attuali interventi di riduzione del rischio idraulico (casce di espansione aventi un volume complessivo di riempimento paragonabile a quello dell’invaso agrario non più presente stimato in precedenza di circa 500.000 m³).

Esempio di sezione trasversale ottenuta da rilievo Lidar su drone (progetto Wequal – Bz)

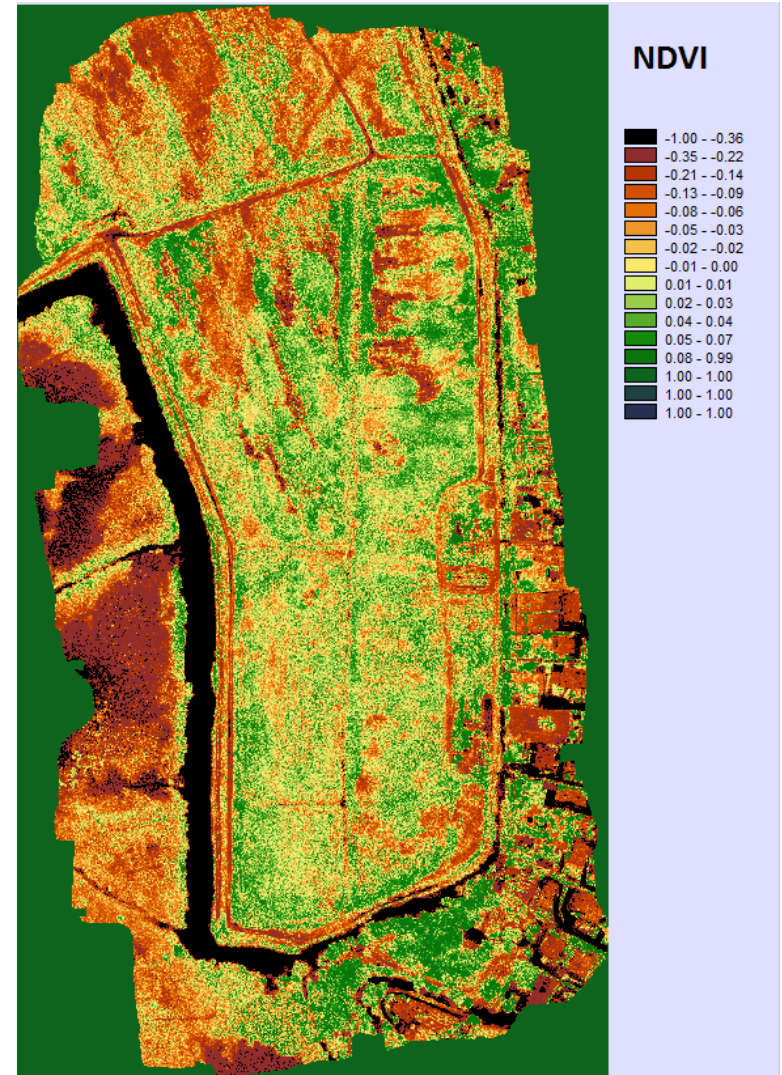
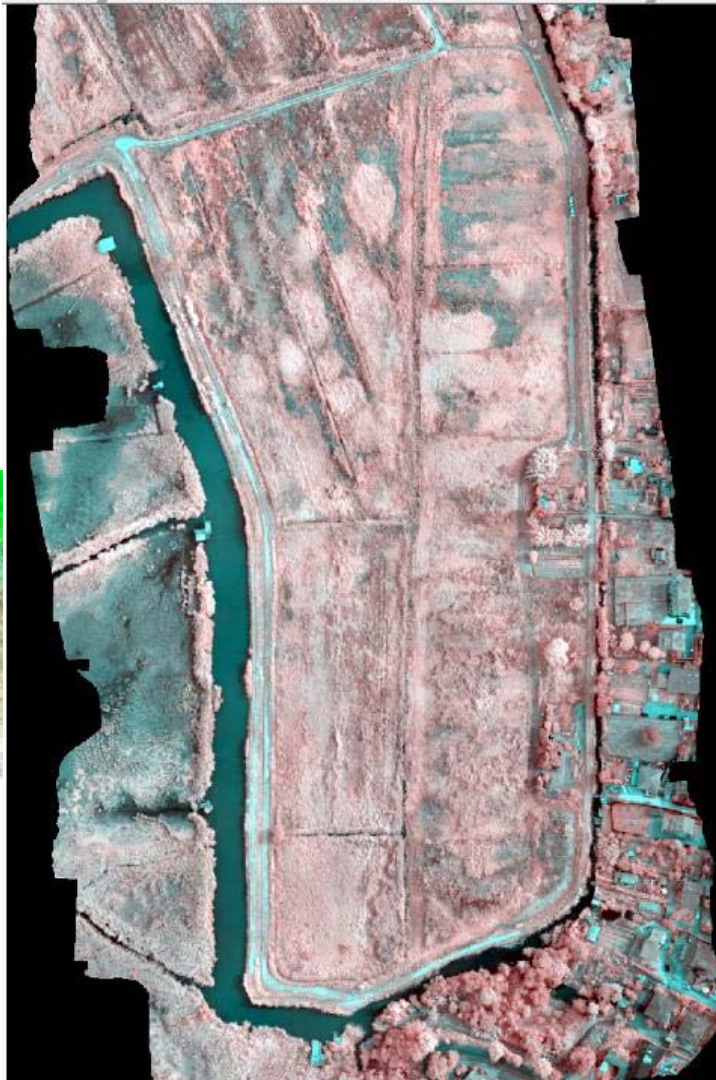
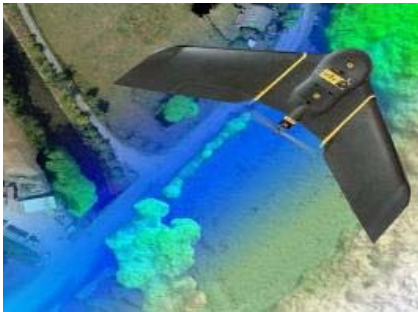


Applicazioni - UAV



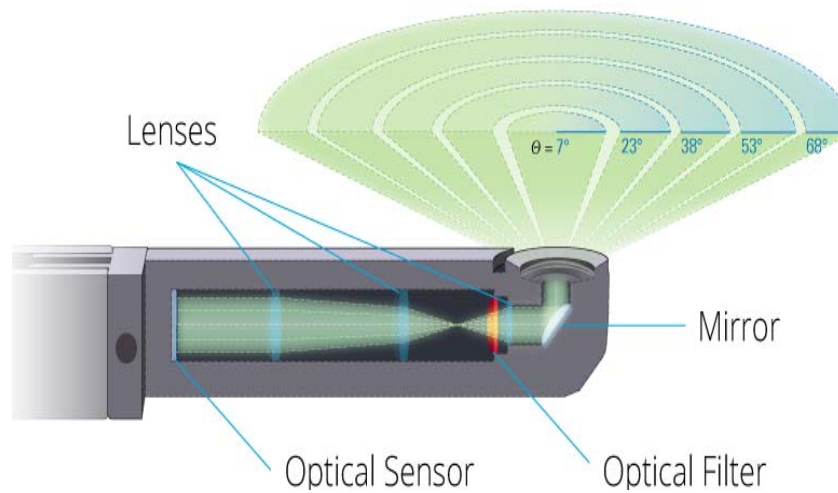
Possibili applicazioni del remote sensing

1) Individuazione funzioni NDVI-scabrezza

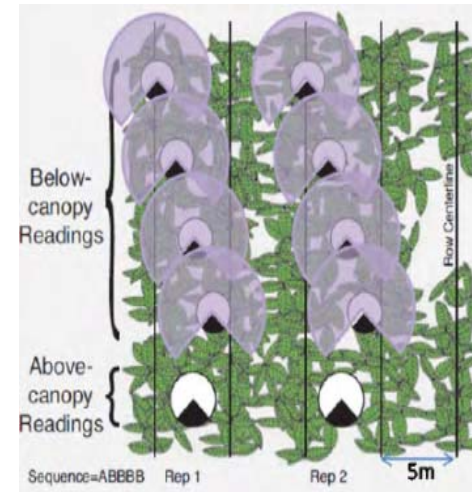


3) Mappatura della scabrezza su tutto il reticolo

Misurazione del LAI in situ



LAI-2000 Scheme



In situ LAI measuremts method



90° Plug



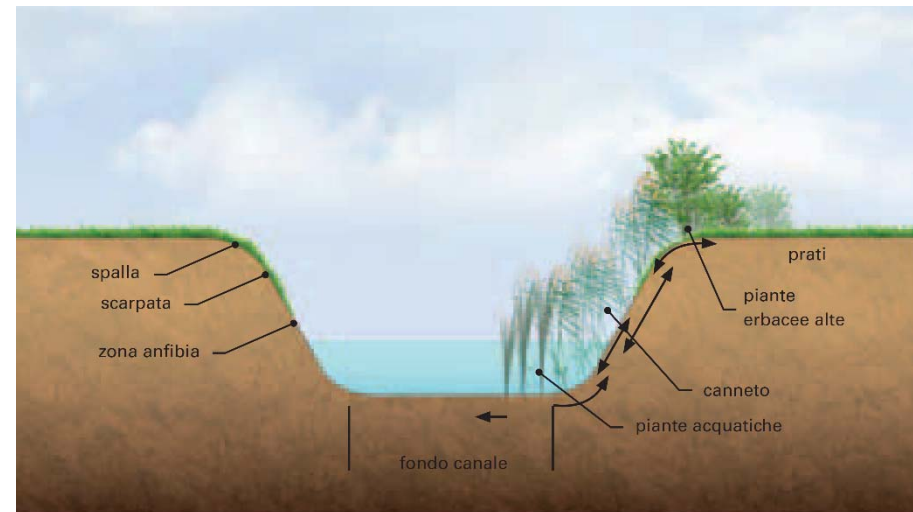
Vegetation survey quadrant



In situ LAI measuremts

La vegetazione dei canali di bonifica

Nella gran parte dei casi, i canali sono colonizzati spontaneamente dalla vegetazione palustre. Le specie più diffuse all'interno e lungo i canali di bonifica sono riconducibili a due grandi gruppi: idrofite ed elofite (rifugio per avifauna)



- Zonazione della vegetazione lungo la sponda di un canale.



ELOFITE:

Specie radicate nel sedimento saturo d'acqua, solo porzione basale sommersa: es. cannuccia di palude (*Phragmites australis*), Carice (*Carex* spp), Giunco (*Juncus* spp.), Giglio d'acqua (*Iris pseudachorus*)



La «manutenzione gentile»

Contenere gli impatti negativi della gestione mantenendo la funzionalità idraulica dei canali; ottenere un assetto del canale molto più simile ad un corso d'acqua naturale

- **Sostituire la rimozione completa con tagli parziali**
- **Ridurre la frequenza di intervento**
- **Utilizzare macchinari meno impattanti**



Taglio della vegetazione



Sfalcio con trinciatrice



Sfalcio subacqueo con benna falciante

Taglio totale su sponde e letto



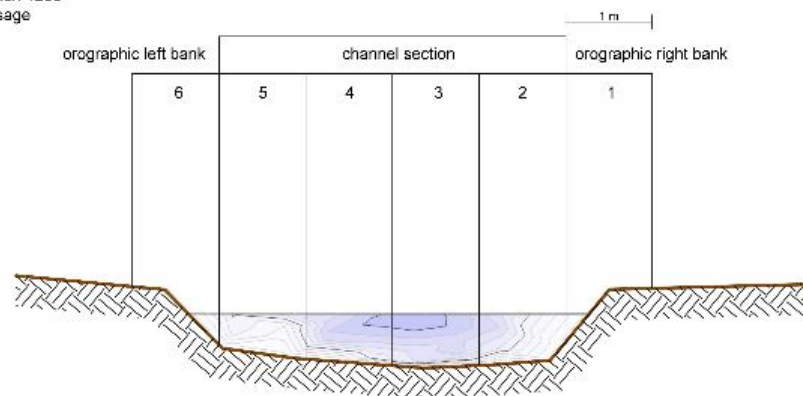
Da passerella verso valle



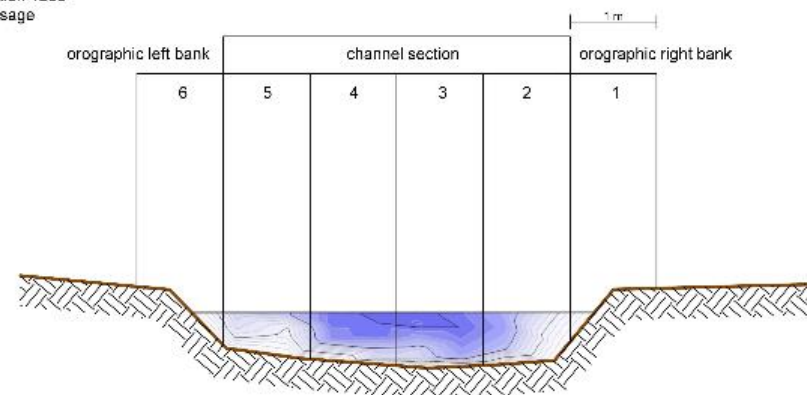
Da Via del Brentino verso valle

RENDERING: RICOSTRUZIONE DELLA DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ NELLA SEZIONE RIMOZIONE TOTALE DELLA VEGETAZIONE

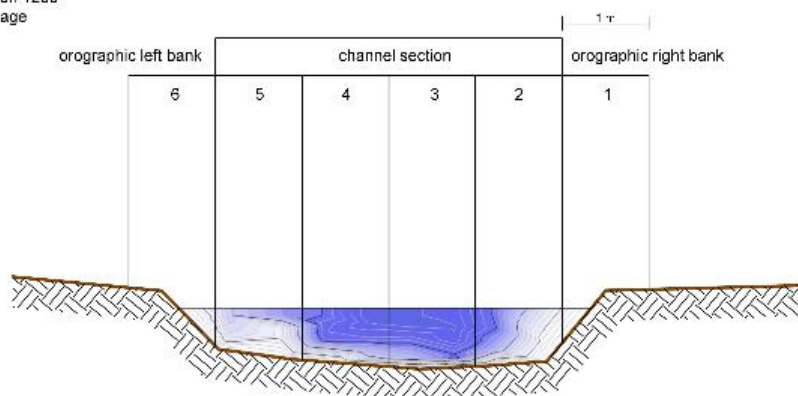
section 1200
passage



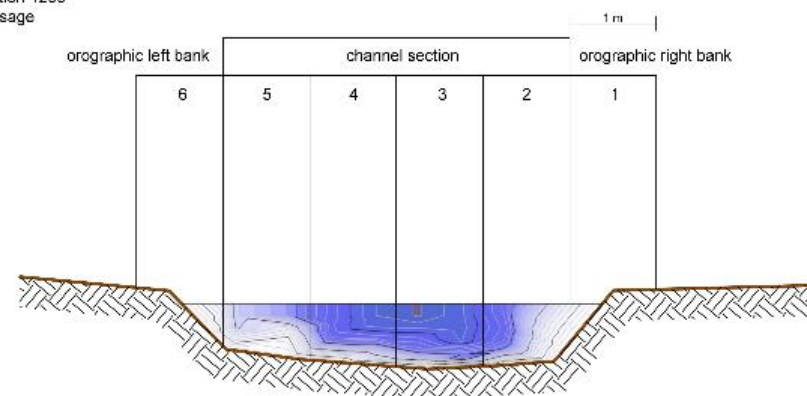
section 1200
passage



section 1200
passage



section 1200
passage



Rilascio di una fascia vegetata su una sponda



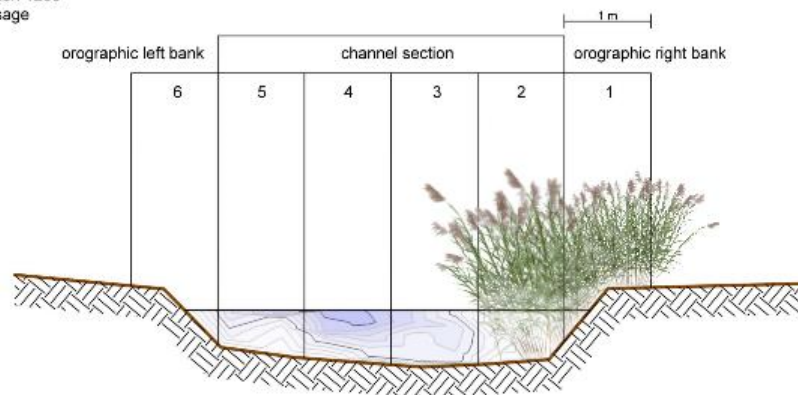
Vista dalla passerella



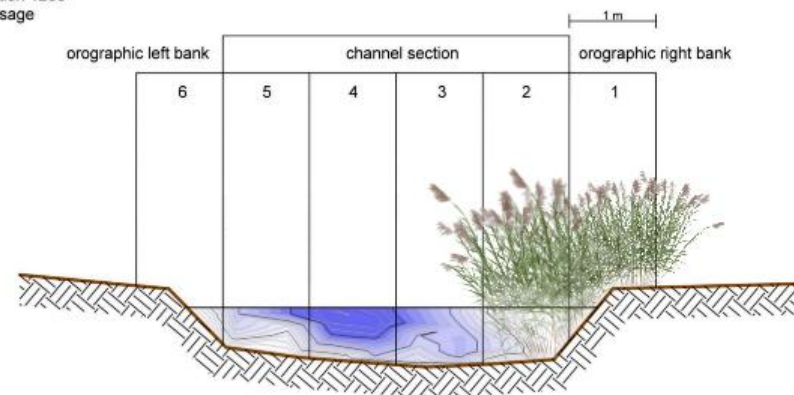
Vista da via del Brentino

RENDERING: RICOSTRUZIONE DELLA DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ NELLA SEZIONE FASCIA LATERALE ALLO STATO NATURALE

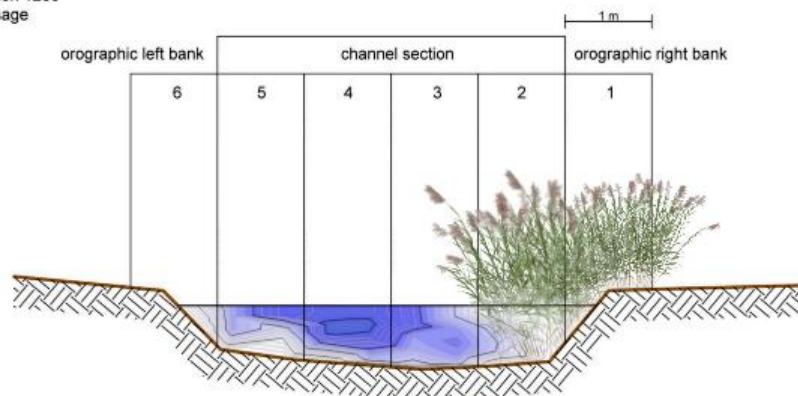
section 1200
passage



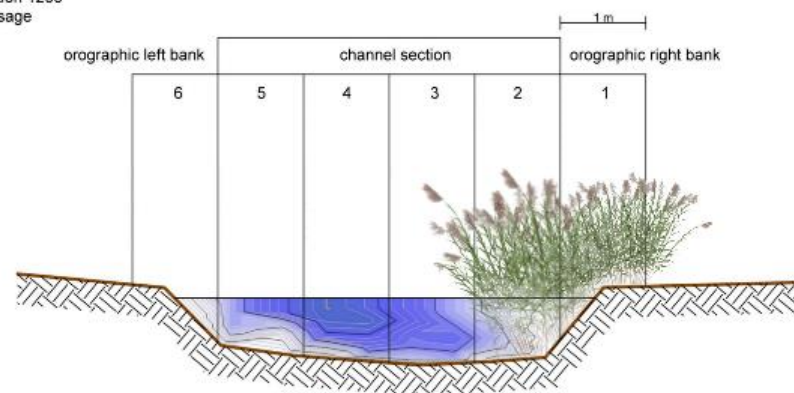
section 1200
passage



section 1200
passage



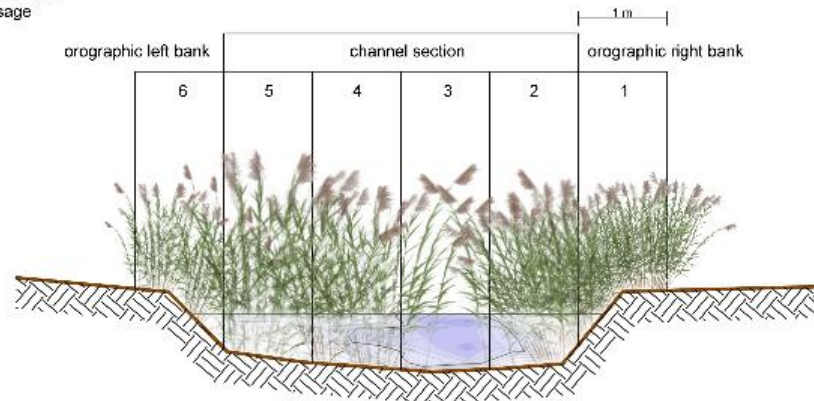
section 1200
passage



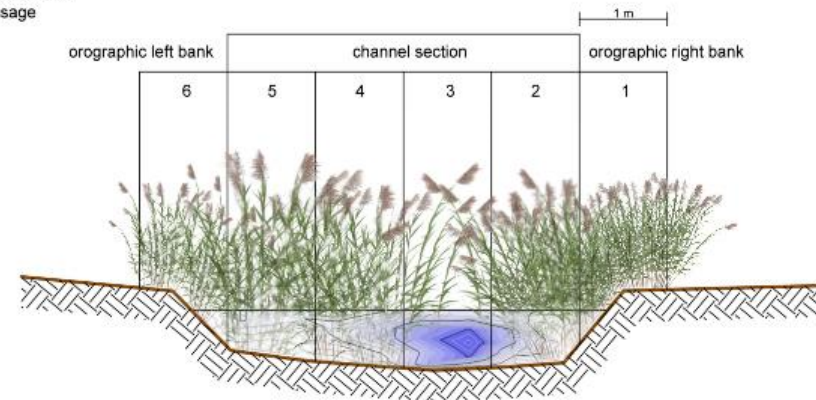
Canale sperimentale – Fosso Bresciani

RENDERING: RICOSTRUZIONE DELLA DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ NELLA SEZIONE
PIENA VEGETAZIONE

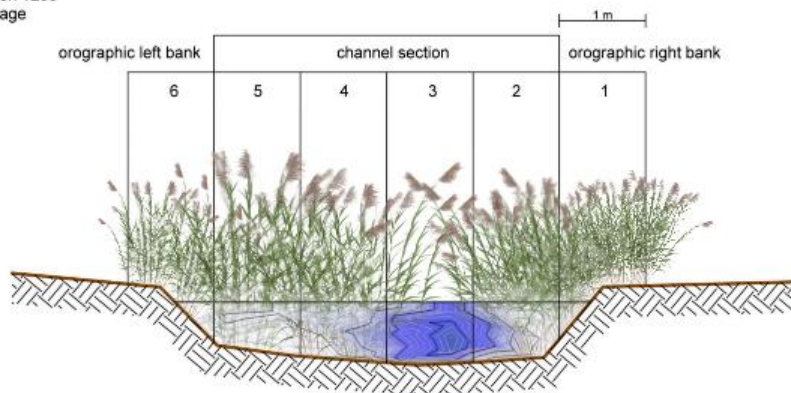
section 1200
passage



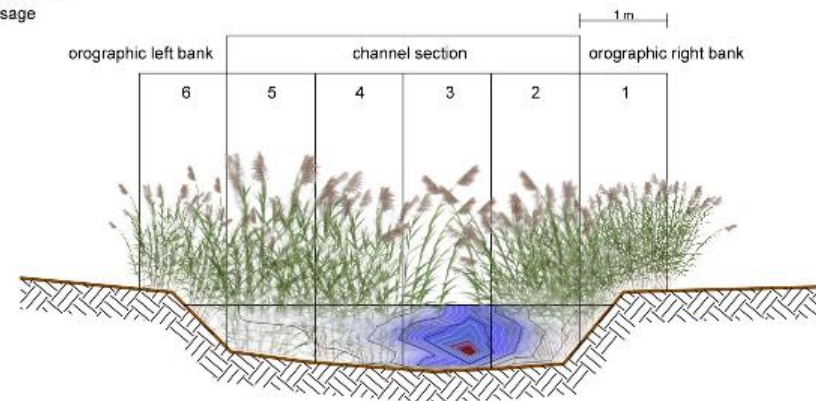
section 1200
passage



section 1200
passage



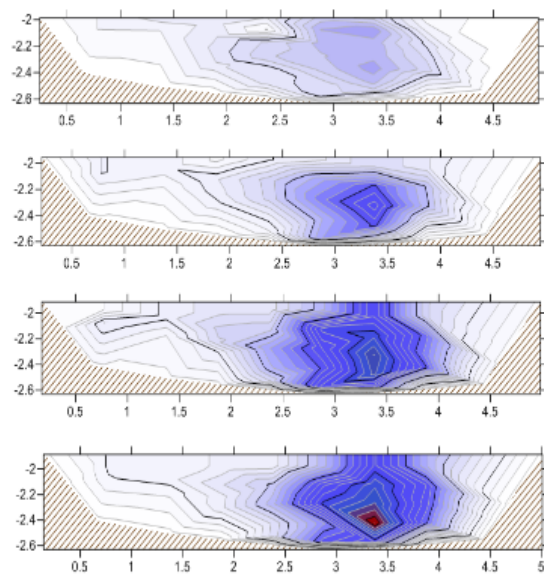
section 1200
passage



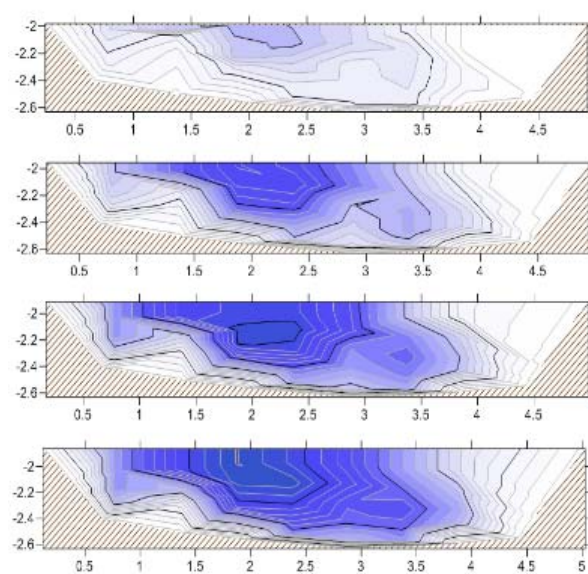
(Maxwald M., 2016)

Ricostruzione della distribuzione delle velocità nella sezione

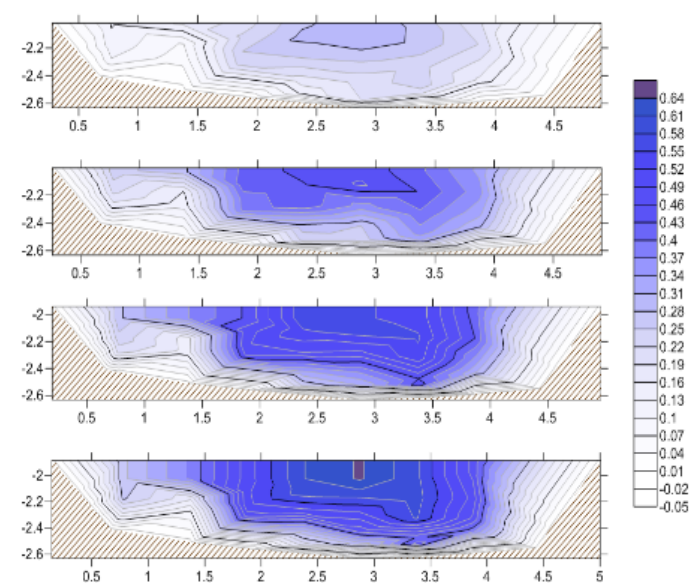
Piena vegetazione



**Rilascio
vegetazione in
sponda destra**

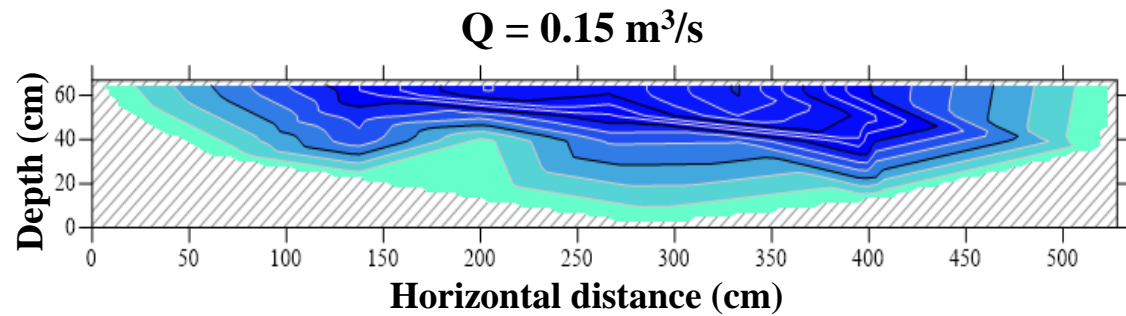


Rimozione totale

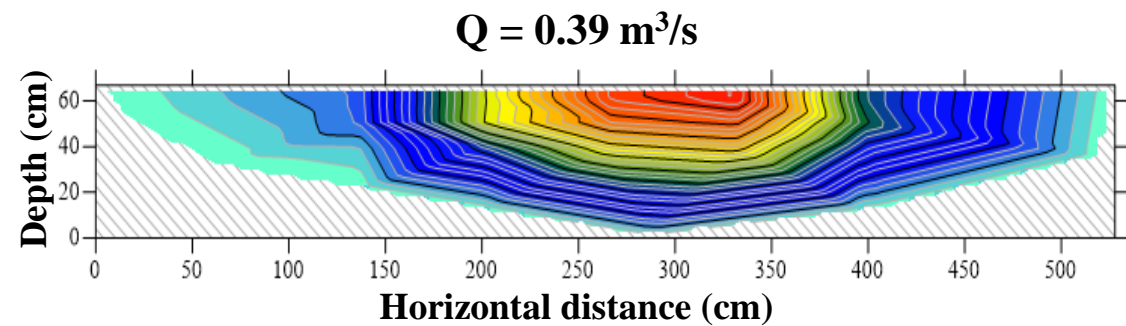


Canale sperimentale – Fosso Piaggetta

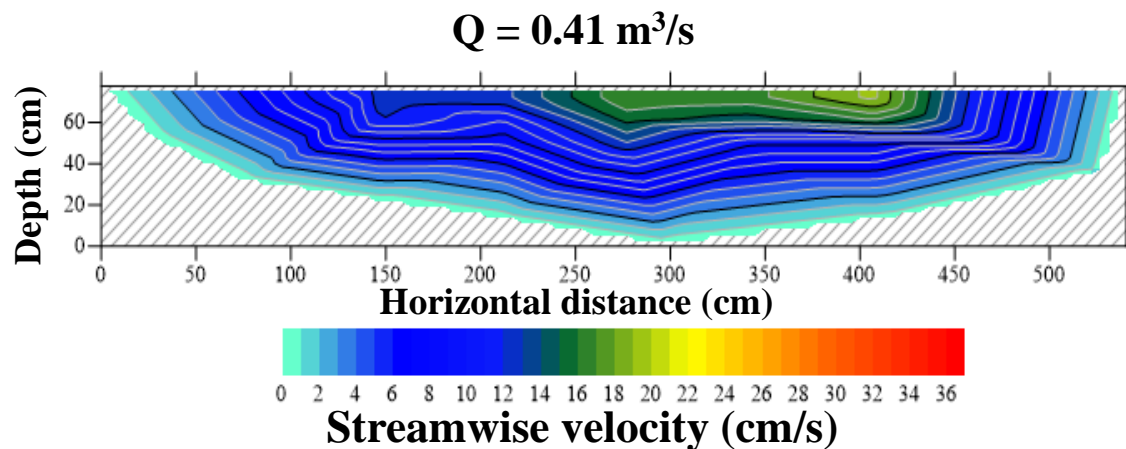
1) *Abbandono totale*



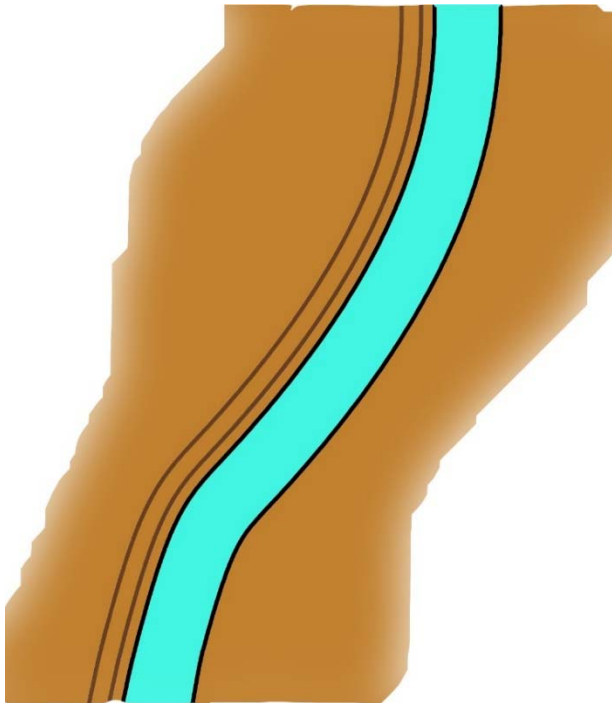
2) *Taglio solo su una sponda*



3) *Taglio su entrambe le sponde*

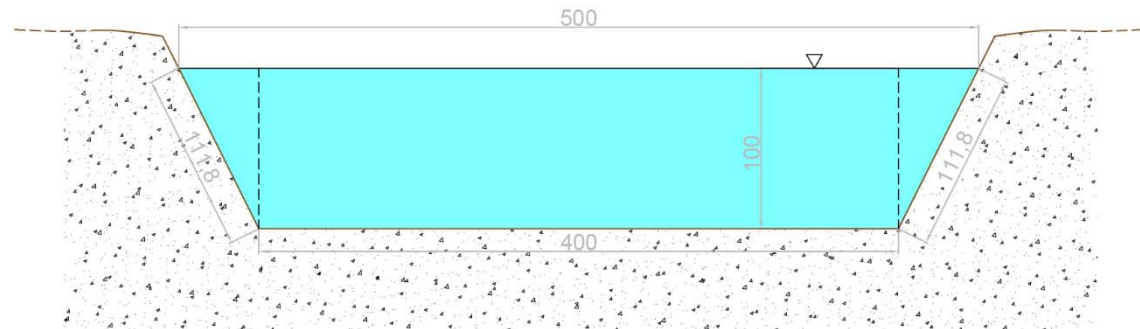


Gestione attuale: Sfalcio e spalettamento su entrambe le sponde e sul fondo



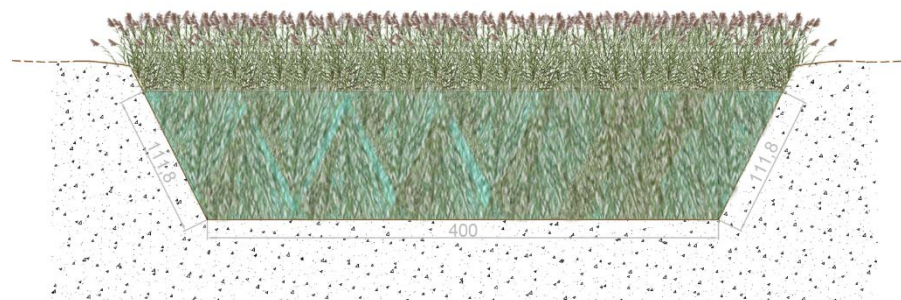
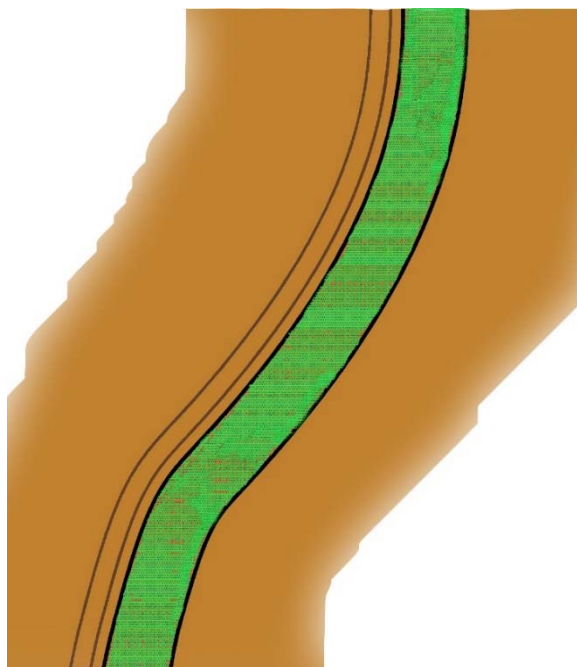
Massimizza la capacità di smaltimento della rete, ma presenta problematiche rilevanti a livello ambientale:

- funzionalità dell'habitat e corridoio ecologico ridotte
- fitodepurazione assente
- assenza di ombreggiamento
- **Maggiore erosione delle sponde**



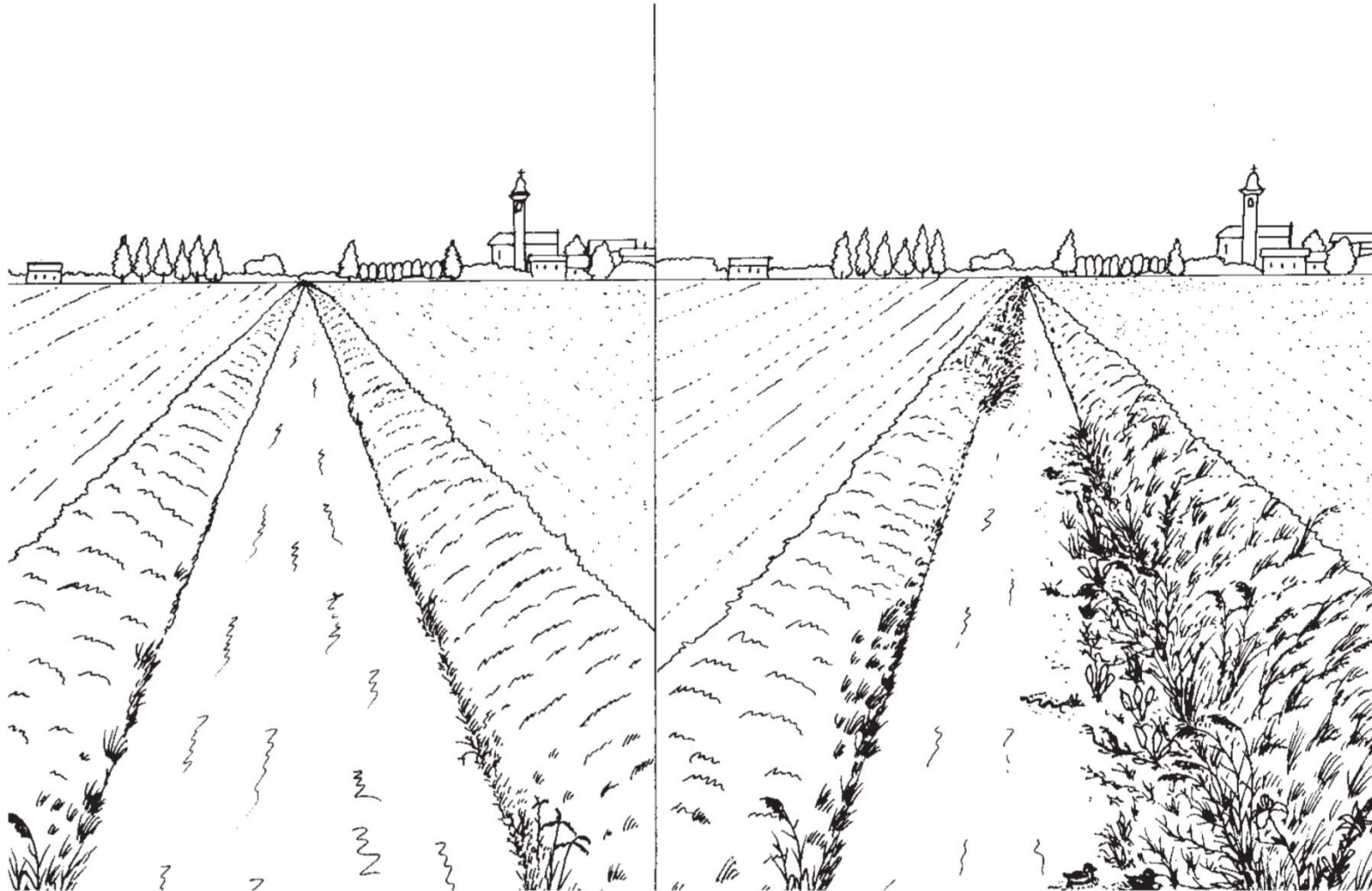
SCENARI ALTERNATIVI

Abbandono totale:
Dopo 1-3 anni l'intera sezione viene
colonizzata dalla vegetazione elofitica

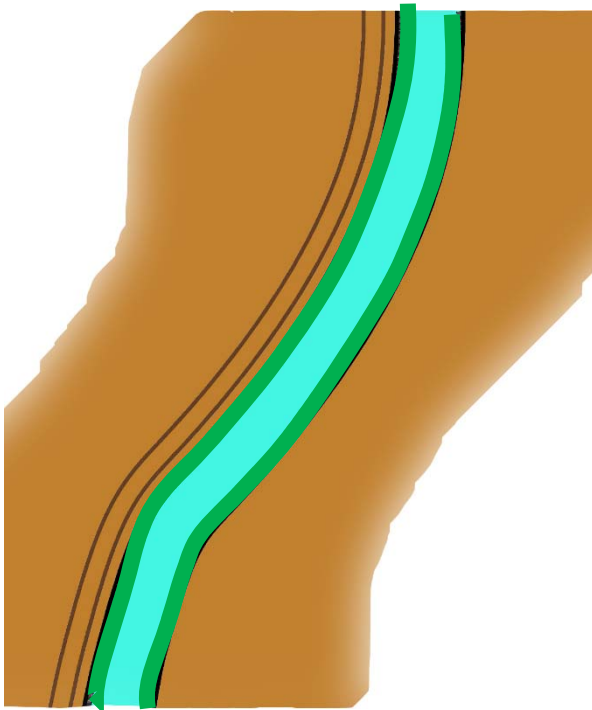


**Scenario non compatibile nella situazione attuale:
Capacità di smaltimento dei canali ridotta
significativamente a causa dell'ostruzione data
dall'accumulo di biomassa vegetale viva e morta**

Lo sfalcio alternato

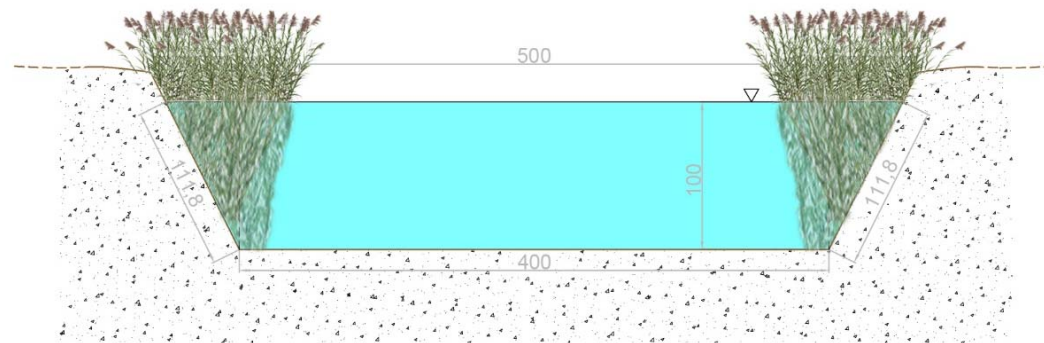


Canale di corrente: Rilascio di vegetazione sulle scarpate spondali e spalettamento del fondo



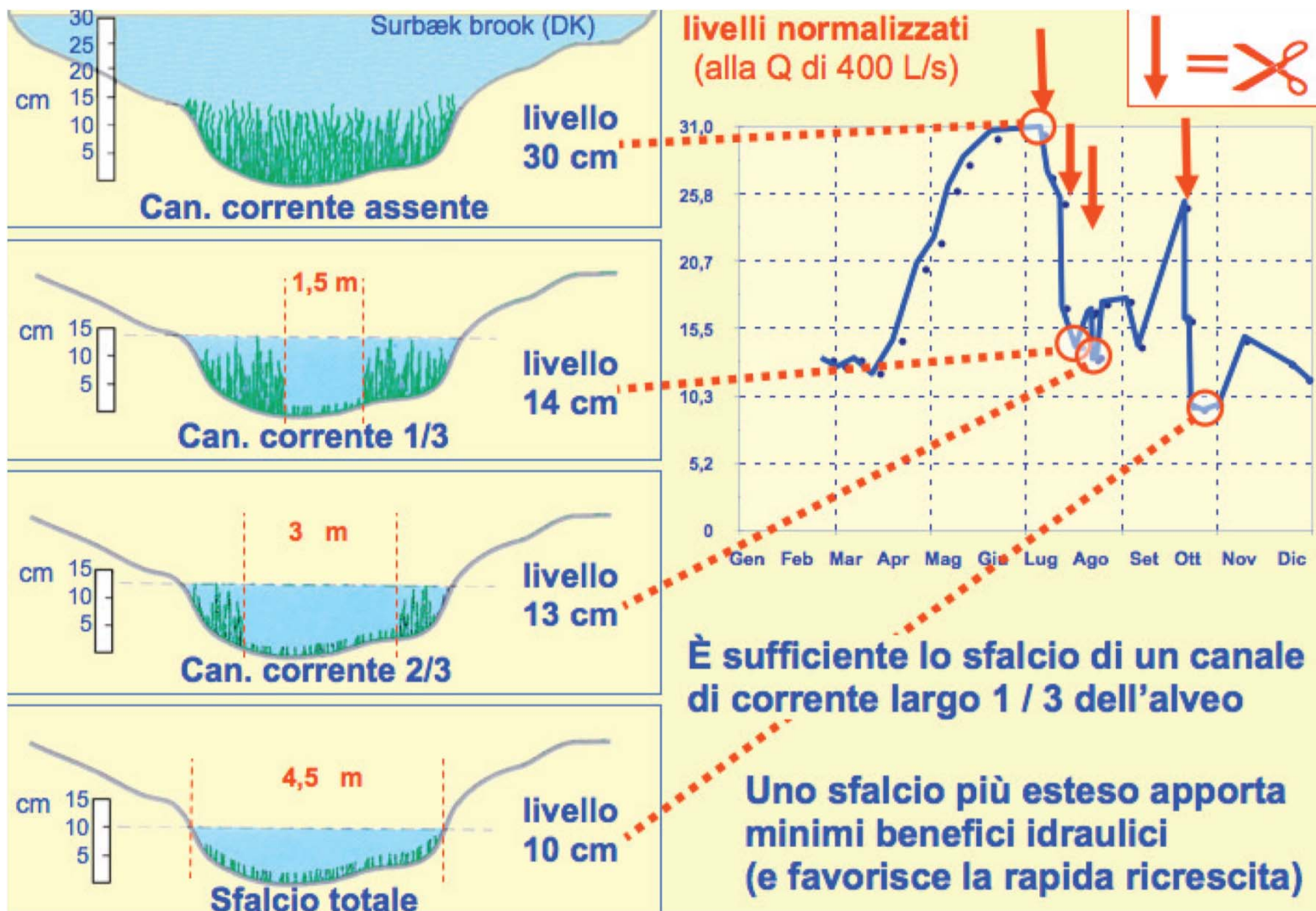
**Praticabile almeno per lo sfalcio primaverile
(in molti canali sviluppo limitato al centro dell'alveo)
→ aumento della scabrezza trascurabile
→ effetto dei «moncherini» sulla scabrezza elevato**

**+ maggiore funzionalità dell'habitat e corridoio
ecologico
+ maggiore fitodepurazione
+ maggiore ombreggiamento**

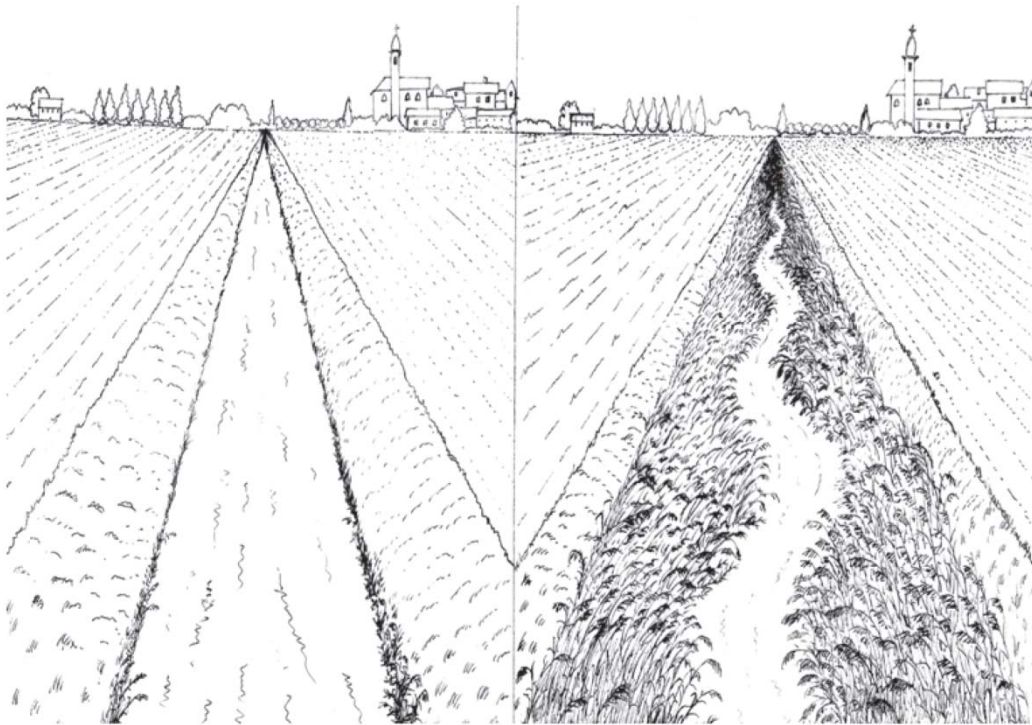
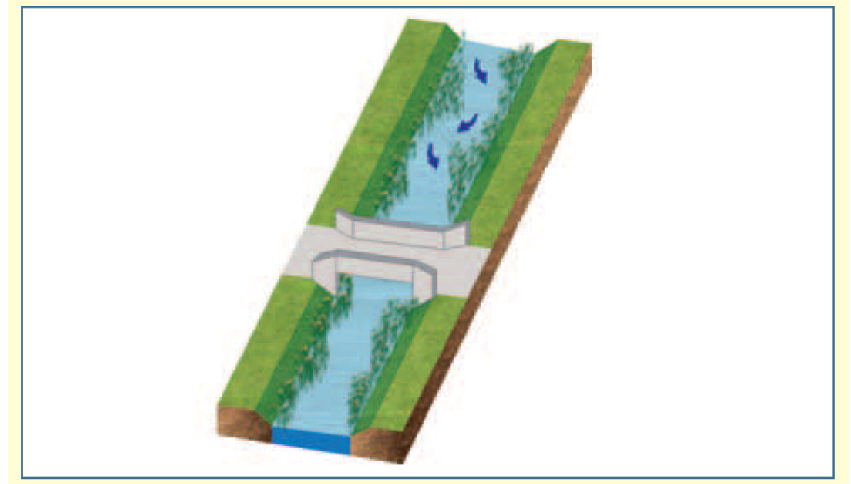


(Viani T., 2016)

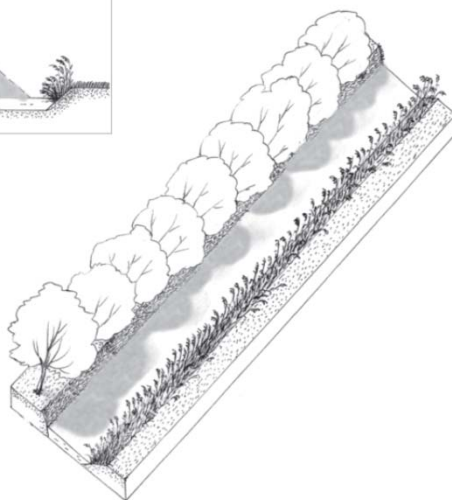
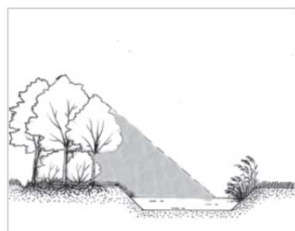
Il canale di corrente



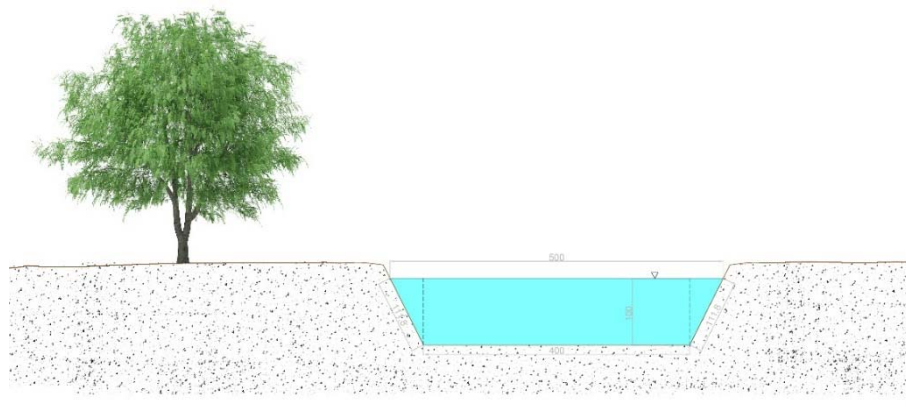
Il canale sinuoso



Inserimento di siepi arboreo-arbustive lungo i canali – preservando l'accesso alle sponde tramite pista di manutenzione

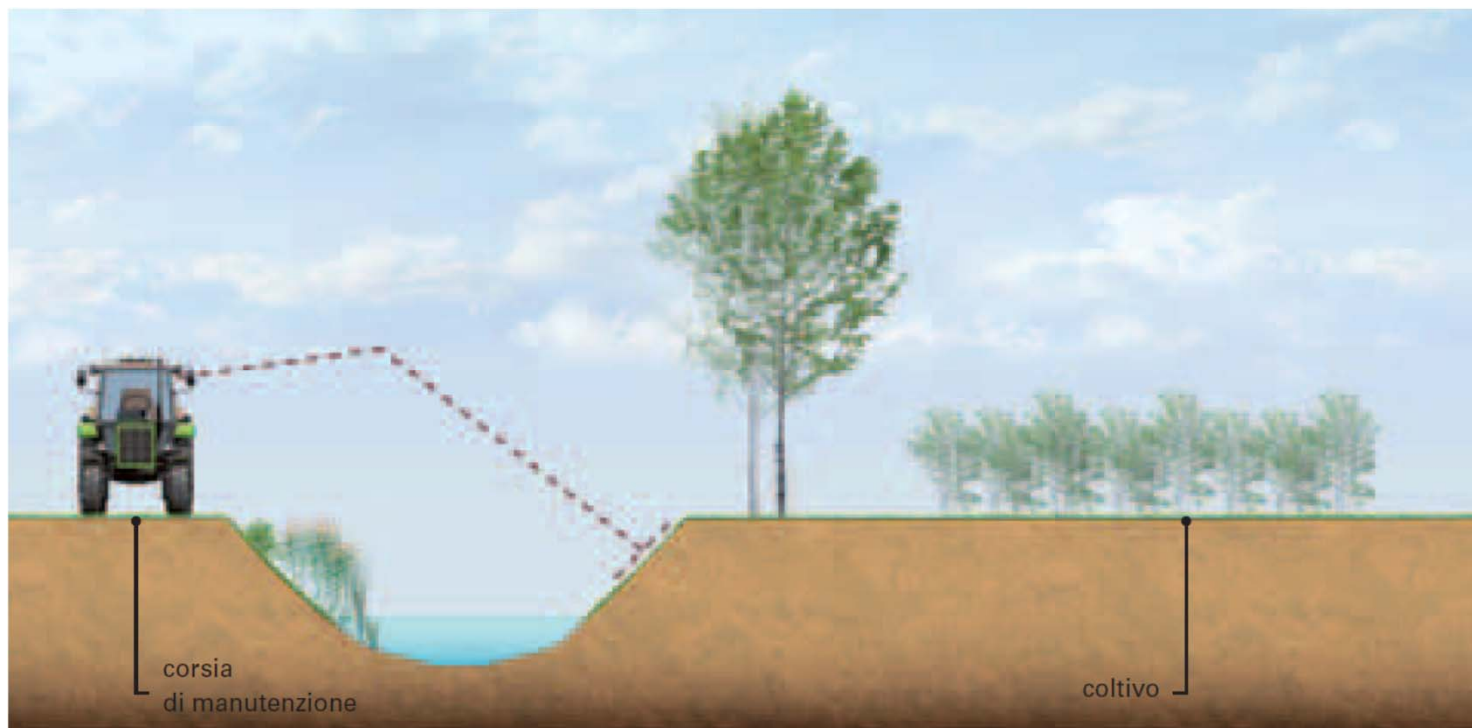
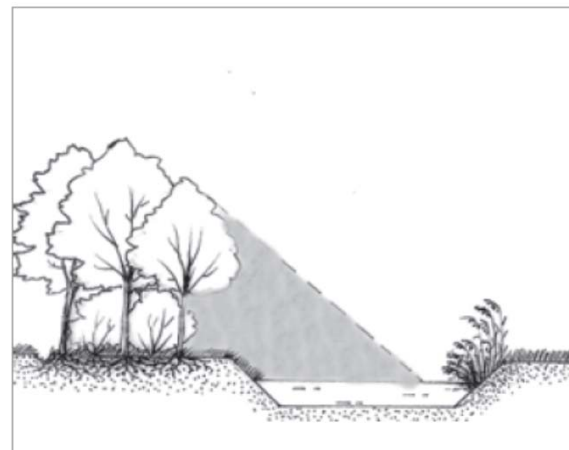


- La vegetazione di alto fusto ombreggia le sponde
- + contenimento dello sviluppo della vegetazione elofitica
- + minore frequenza di intervento
- + diversificazione degli habitat per la fauna ornitica
- + azione di fascia tampone

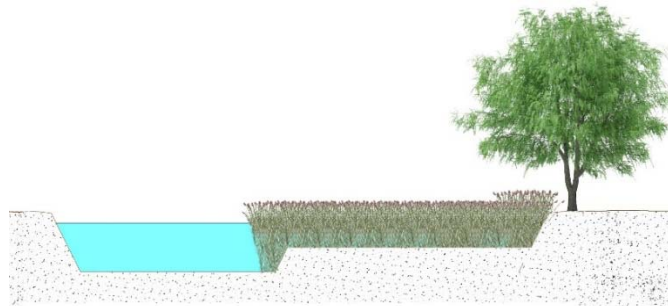
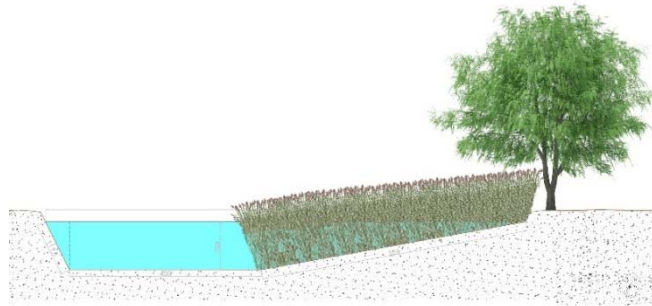
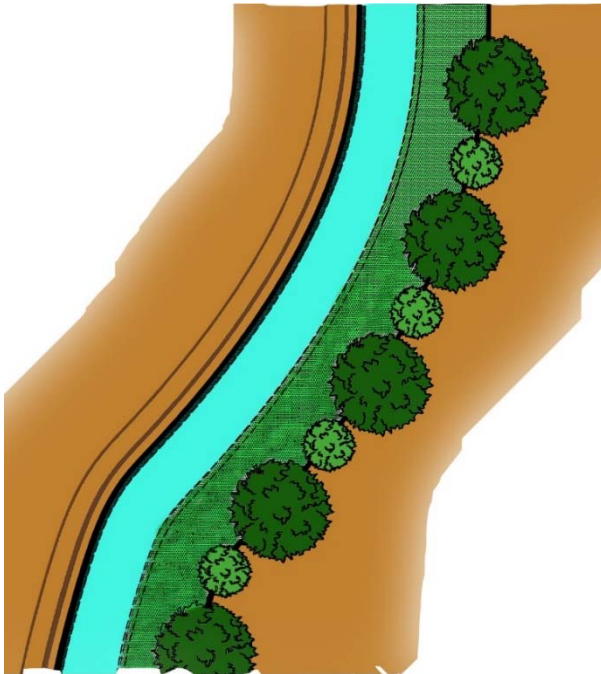


Fasce alberate per l'ombreggiamento

- Incremento della complessità degli habitat
- Riduzione della temperatura dell'acqua
- Rallentamento della velocità di accrescimento degli strati erbacei ed arbustivi
- Aumento dell'effetto «tampone»



Allargamento delle sezioni: Rilascio di vegetazione all'interno dell'area ampliata con eventuale inserimento di siepi arboreo-arbustive



Ottenibile raddoppiando
l'ampiezza della sezione

- + aumento della
capacità di invaso della
rete
- + maggiore funzionalità
dell'habitat e corridoio
ecologico
- + maggiore
fitodepurazione
- + maggiore
ombreggiamento
- + possibilità di rilascio
di fascia rifugio
permanente

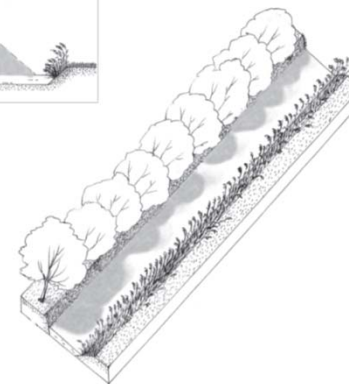
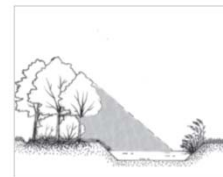
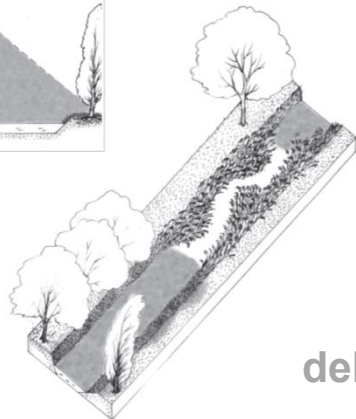
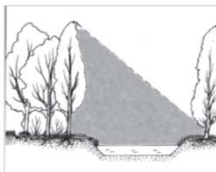
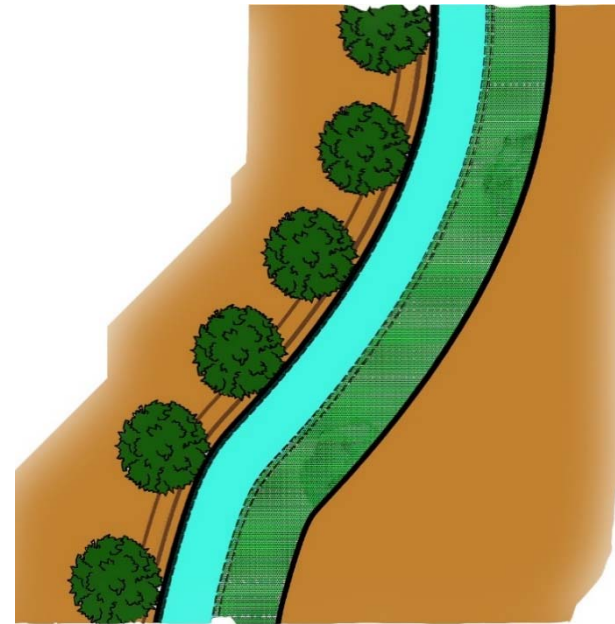
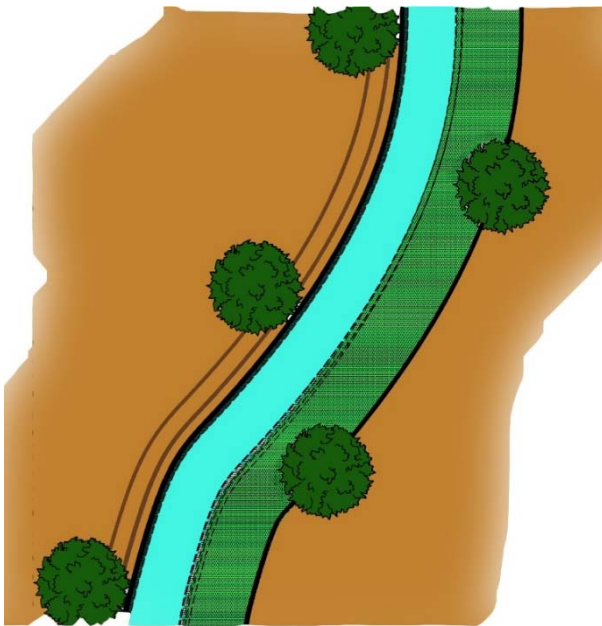
Ampliamento di tipo naturaliforme dei canali riprofilatura a golene o a minor pendenza

b) Schema progettuale



Figura 1.1 – Allargamento di sezione a due stadi (in alto) e tre stadi (in basso). Nel primo caso la sponda (indicata dalla linea tratteggiata) viene sbancata e arretrata, così da permettere la messa a dimora di specie vegetali nella golena che si viene a creare. Nella seconda figura, lo sbancamento porta alla creazione di due golene poste a livelli differenti e allagabili con tempi di ritorno diversi; nella golena più prossima all'alveo di magra si creano le condizioni per lo sviluppo di vegetazione acquatica, mentre nella golena maggiormente rialzata si può prevedere la messa a dimora di vegetazione arboreo-arbustiva.

Allargamento delle sezioni:
Rilascio di vegetazione all'interno dell'area
Inserimento di individui arborei sporadici



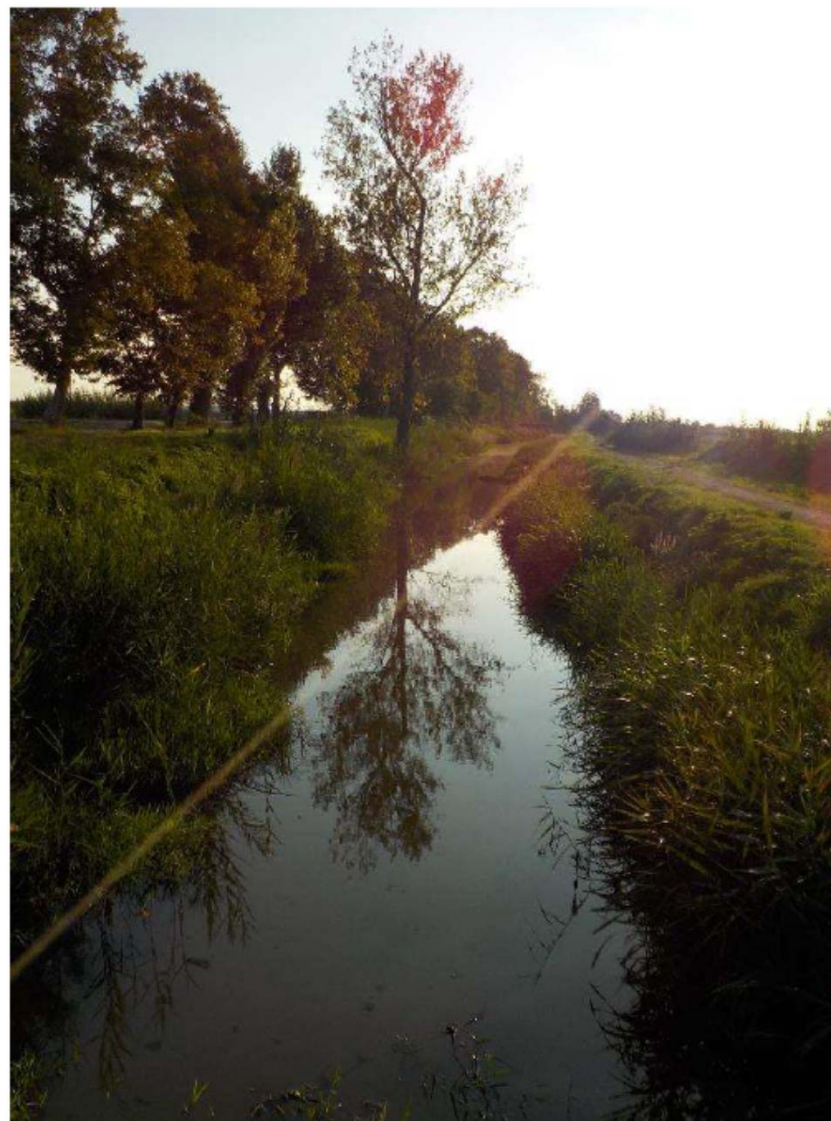
Diversificazione
dell'ombreggiamento

Realizzazione di nuovi canali naturaliformi

b) Schema progettuale



Figura 1.6 – Sezione e andamento planimetrico tipici di un canale di tipo naturalistico scavato ex-novo. Il profilo trasversale dell'alveo a più stadi (in alto) degrada dolcemente passando dal piano campagna all'alveo di magra, ospita vegetazione acquatica ed arboreo-arbustiva e può essere soggetto a evoluzione morfologica nel corso del tempo; l'andamento planimetrico (in basso) è sinuoso e l'alveo è morfologicamente diversificato grazie alla presenza di buche, raschi, depositi di sedimenti, ecc.



QUALE APPROCCIO

1. C'è bisogno di intervenire? Necessità di distinguere pericolosità e rischio
2. Esplicitare l'obiettivo che giustifica l'intervento
3. Sono obbligato ad intervenire: come intervengo?
 - a. Quali servizi ecosistemici svolge il tratto interessato e qual è lo stato ecologico del corso d'acqua e obiettivo da raggiungere (Dir 2000/60) Legge 221 2015 Green Economy PES
 - b. Cosa succede agli altri SE ed allo stato ecologico se intervengo
 - c. Soluzione win win, ovvero quella integrata che permette di raggiungere obiettivi multipli
 - d. Se non è possibile: soluzione a minor impatto, in cui prevedere MITIGAZIONI (che non significa intervento integrato)
4. COMUNICAZIONE: corretto utilizzo dei termini (la vegetazione non è sporcia e dunque evitare di parlare di PULIZIA per gli interventi di gestione della vegetazione), veritiera e trasparente

IN SINTESI

1. capire dove portano le dinamiche alluvionali e vegetazionali
2. ambiti da far gestire al fiume (spec. grandi corsi d'acqua)
3. ambiti da far gestire all'uomo (spec. corsi d'acqua minori)
4. diversificare le strutture e gli habitat (aumento resilienza)
5. cercare di ottenere popolamenti ad elevata stabilità
6. strategie di controllo delle alloctone adeguate al contesto
7. **PIANIFICARE GLI INTERVENTI** a scala di bacino o di asta fluviale, coordinandosi fra ENTI

Manutenzione e riqualificazione sono approcci che possono

coesistere in settori diversi di un medesimo corso d'acqua



REGIONE TOSCANA

Settore Tutela e
Valorizzazione Delle
Risorse Ambientali

VEGETAZIONE RIPARIALE

Volume 1

conoscenze e tecniche per corsi d'acqua naturali e canali di bonifica



VERSIONE: BOZZA
REVISIONE: 3

COLLANA FIUMI E TERRITORIO

<http://www.regione.toscana.it/-/vegetazione-ripariale-conoscenze-e-tecniche-per-corsi-d-acqua-e-canali-di-bonifica>



Università degli Studi di Firenze

**CORSO DI AGGIORNAMENTO
PROFESSIONALE**

INGEGNERIA NATURALISTICA E MANUTENZIONE DEL TERRITORIO

A.A. 2010/2011

ISTITUZIONE ED OBIETTIVI FORMATIVI:

È istituito presso l'Università degli Studi di Firenze, per l'anno accademico 2010/2011, il Corso di aggiornamento professionale in "Ingegneria naturalistica e manutenzione del territorio" con Decreto n. 47070 (660) e Decreto n. 53120 (844) 2010.

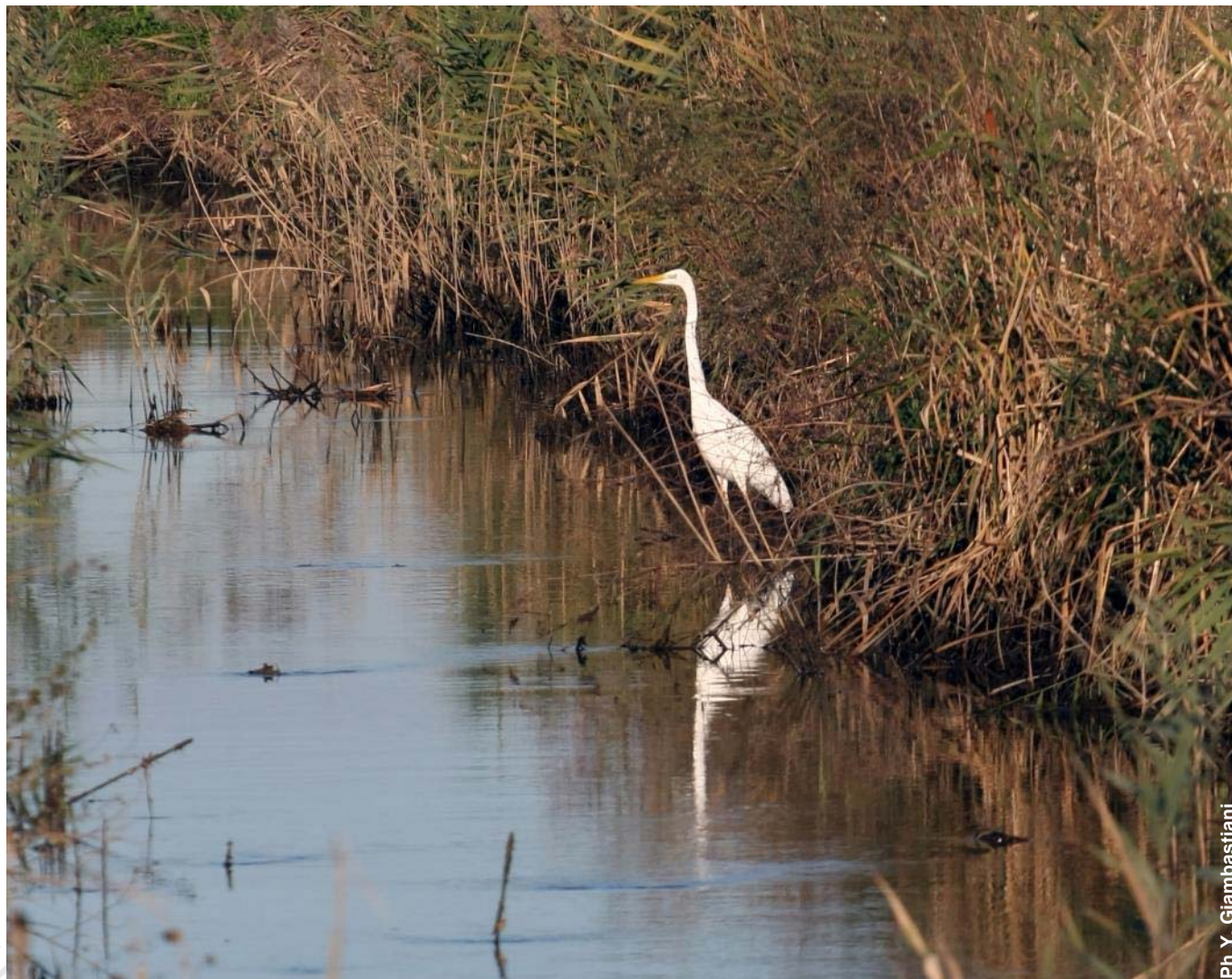
Il Corso è diretto dal Prof. ing. Federico Preti.

Il Corso intende fornire agli studenti gli elementi conoscitivi e gli approfondimenti necessari per l'applicazione delle Sistemazioni Idraulico-Forestali anche con tecniche di Ingegneria Naturalistica e/o nell'ambito della riqualificazione del territorio.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Grazie per l'attenzione!



Ph Y. Giambastiani



STUDI CONDOTTI

- Guarnieri, L., Preti F., 2007, Modellazione idraulica degli effetti dovuti alla manutenzione della vegetazione riparia, **Quaderni di Idronomia Montana**, Vol. 27, Nuova Editoriale Bios
- Baronti F., Bianchi L., Calamini G., Guarnieri L., Maltoni A., Paci M., Preti F., Salbitano F., Tani A., 2007, Biomassa e gestione della vegetazione di sponda: il caso del Torrente Ripopolo (LI), **Italia Forestale e Montana**, n. 5 anno 2007
- Forzieri, G., Guarnieri L., Vivoni E.R., Castelli F., Preti F., 2010, Multiple Attribute Decision-Making for Individual Tree Detection using High-resolution Laser Scanning, **Forest Ecology and Management**
- Forzieri, G., Guarnieri L., Vivoni E.R., Castelli F., Preti F., 2010, Spectral-ALS data fusion for different roughness parameterizations of forested floodplains, **River Research and Applications**
- Forzieri G., Degetto M., Righetti M., Castelli F., Preti F., 2011, Satellite Multispectral Data for Improved Floodplain Roughness Modelling, **Journal of Hydrology**
- Forzieri G., Vivoni E.R., Castelli F., Preti F., 2011, Advances in Hydraulic Roughness Remote Sensing, in press **International Journal of Remote Sensing (IJRS)**
- Errico A., Preti F. (2011) "Vegetazione e rischio idraulico nel tratto urbano del f. Arno a Firenze". **Atti del Convegno di medio termine dell'AllA, Quaderni di Idronomia Montana**.
- Errico A., Preti F. (2012) "Gestione della vegetazione nel tratto urbano del fiume Arno a Firenze" **Atti del Convegno #RF2012: riqualificazione fluviale e gestione del territorio**, organizzato dal Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale (CIRF), Bolzano, 6-8 Novembre 2012
- Guarnieri, L., Leone L., Preti F., 2014, Vegetazione ripariale. Conoscenze e tecniche per corsi d'acqua e canali di bonifica, <http://www.regione.toscana.it/-/vegetazione-ripariale-conoscenze-e-tecniche-per-corsi-d-acqua-e-canali-di-bonifica>
- Errico A., Pasquino V., Gianecchini L., Solari L., Preti F. 2017. L'effetto della vegetazione flessibile sul deflusso in canali di bonifica. Misure di campo e modellazione per la stima della resistenza al moto. **Quaderni di Idronomia Montana**, 35. pp 395-404
- A. Errico, V. Pasquino, M. Maxwald, G.B. Chirico, L. Solari, F. Preti, (2018) The effect of flexible vegetation on flow in drainage channels: Estimation of roughness coefficients at the real scale, **Ecological Engineering**, Volume 120, Pages 411-421, <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.06.018>.
- A. Errico, G.F.C. Iama, S. Francalanci, G.B. Chirico, L. Solari, F. Preti, (under review with minor revisions) "Flow dynamics and turbulence patterns in a drainage channel colonized by common reed (*Phragmites australis*) under different scenarios of vegetation management", **Ecological Engineering**

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

❖ Importanza dell'analisi della resistenza al moto offerta dai vari tipi di sistemazione spondale in relazione agli effetti sulle condizioni del deflusso di piena, solo nel caso di **alvei "stretti"**.

❖ L'aumento dell'altezza idrica può portare a valori e distribuzioni di velocità tali da estirpare la vegetazione, con rischio di **erosione della sponda**.

❖ La resistenza alla tensione tangenziale varia nelle varie fasi vegetative, in base alle particolari condizioni ecologiche da studiare caso per caso senza esportare dati ricavati in contesti differenti.

❖ La presenza di **piante isolate** costituisce un punto di discontinuità per il deflusso, dunque generalmente crea problemi di erosione dell'alveo piuttosto che costituirne una protezione.

❖ L'eventuale sradicamento e trascinamento delle piante può creare occlusioni o parzializzazioni della sezione idraulica, solo nei punti di discontinuità creati dalle **opere idrauliche** (talvolta insufficienti).

❖ La vegetazione comporta un aumento del deposito (rallentamento della corrente e intrappolamento); effetto delle **barre fluviali**.

❖ **Effetto «idrologico»:** Una indiscriminata e generalizzata azione volta ad aumentare la capacità di smaltimento dei corsi d'acqua porterebbe ad una **riduzione dei tempi di concentrazione delle piene ed al trasferimento a valle di portate maggiori con onde di piena più concentrate (portata al colmo maggiore)** con conseguenze ancor più gravi di quelle derivanti dalle esondazioni o erosioni localizzate (cfr. Kauch, 1998).

❖ **Necessità, per valutare gli effetti e programmare gli interventi, di analisi conoscitiva, monitoraggio e modellistica idrologico-idraulica di dettaglio.**

❖ *Per i canali di bonifica:*

- Lo sviluppo incontrollato del fragmiteto comporta un aumento significativo del rischio di esondazione nel reticolo di acque basse;
- **Il rilascio di una sponda allo stato naturale è sostenibile dal punto di vista idraulico, e costituisce un possibile compromesso;**
- Altre **soluzioni gestionali «gentili»** sono praticabili e richiedono verifiche e monitoraggio (avifauna, blockage factor, «moncherini» sul fondo, ombreggiamento, successione vegetazionale, controllo infestanti, etc.);
- **La modellazione del canneto in canali di bonifica deve tenere conto del comportamento flessibile del fogliame, ma rigido dei fusti emergenti: modello proposto da Jarvela (2012).**

LEGGE 28 dicembre 2015 , n. 221 . Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell'uso eccessivo di risorse naturali.

Art. 70. Delega al Governo per l'introduzione di sistemi di remunerazione dei servizi ecosistemici e ambientali (comma 2) (I)

1. [..]

2. [..]

a) prevedere che il **sistema di PSEA sia definito quale remunerazione di una quota di valore aggiunto** derivante, secondo meccanismi di carattere negoziale, dalla **trasformazione dei servizi ecosistemici e ambientali in prodotti di mercato**, nella logica della transazione diretta tra consumatore e produttore, ferma restando la **salvaguardia nel tempo della funzione collettiva del bene**;

b) prevedere che il sistema di PSEA sia attivato, in particolare, in presenza di un intervento pubblico di assegnazione in concessione di un bene naturalistico di interesse comune, che deve mantenere intatte o incrementare le sue funzioni;

c) prevedere che nella definizione del **sistema di PSEA** siano specificamente **individuati i servizi oggetto di remunerazione, il loro valore, nonché i relativi obblighi contrattuali e le modalità di pagamento**;

d) prevedere che siano in ogni caso remunerati i seguenti servizi: **fissazione del carbonio delle foreste e dell'arboricoltura da legno di proprietà demaniale, collettiva e privata; regimazione delle acque nei bacini montani; salvaguardia della biodiversità delle prestazioni ecosistemiche e delle qualità paesaggistiche; utilizzazione di proprietà demaniali e collettive per produzioni energetiche**;

e) prevedere che nel sistema di PSEA siano considerati **interventi di pulizia e manutenzione dell'alveo dei fiumi e dei torrenti**;

Art. 70. Delega al Governo per l'introduzione di sistemi di remunerazione dei servizi ecosistemici e ambientali (comma 2) (II)

- f) prevedere che sia **ricosciuto il ruolo svolto dall'agricoltura e dal territorio agroforestale nei confronti dei servizi ecosistemici**, prevedendo meccanismi di incentivazione attraverso cui il pubblico operatore possa creare programmi con l'obiettivo di remunerare gli imprenditori agricoli che proteggono, tutelano o forniscono i servizi medesimi;
- g) coordinare e razionalizzare ogni altro analogo strumento e istituto già esistente in materia;
- h) prevedere che **beneficiari finali del sistema di PSEA** siano i comuni, le loro unioni, le aree protette, le fondazioni di bacino montano integrato e le organizzazioni di gestione collettiva dei beni comuni, comunque denominate;
- i) introdurre **forme di premialità a beneficio dei comuni** che utilizzano, in modo sistematico, sistemi di contabilità ambientale e urbanistica e forme innovative di rendicontazione dell'azione amministrativa;
- l) ritenere precluse le attività di stoccaggio di gas naturale in acquiferi profondi.