

Ruolo delle piante negli alvei e sulle sponde

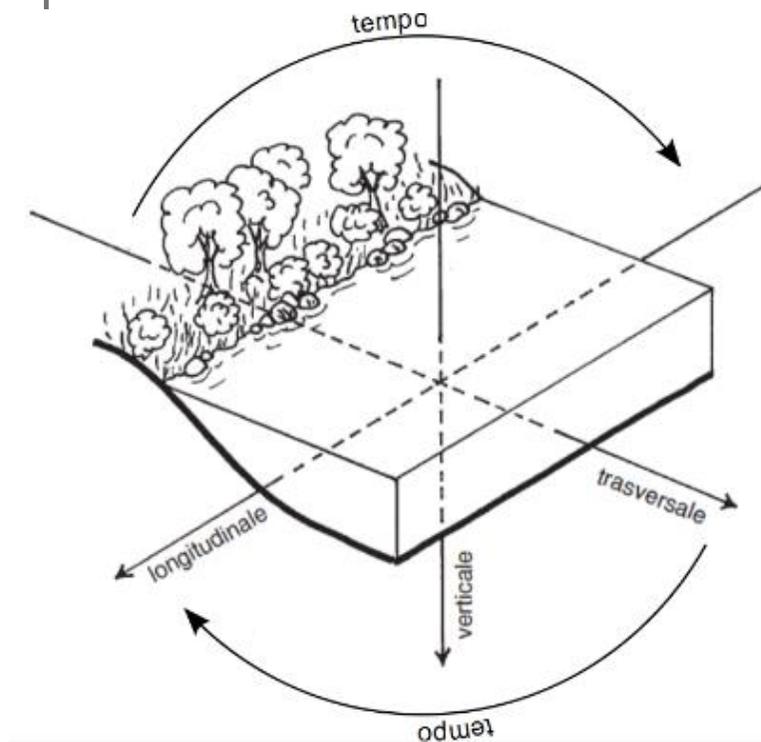
Enrico A. Chiaradia

enrico.chiaradia@unimi.it

Il sistema fiume

Un sistema 4D (Ward, 1989)

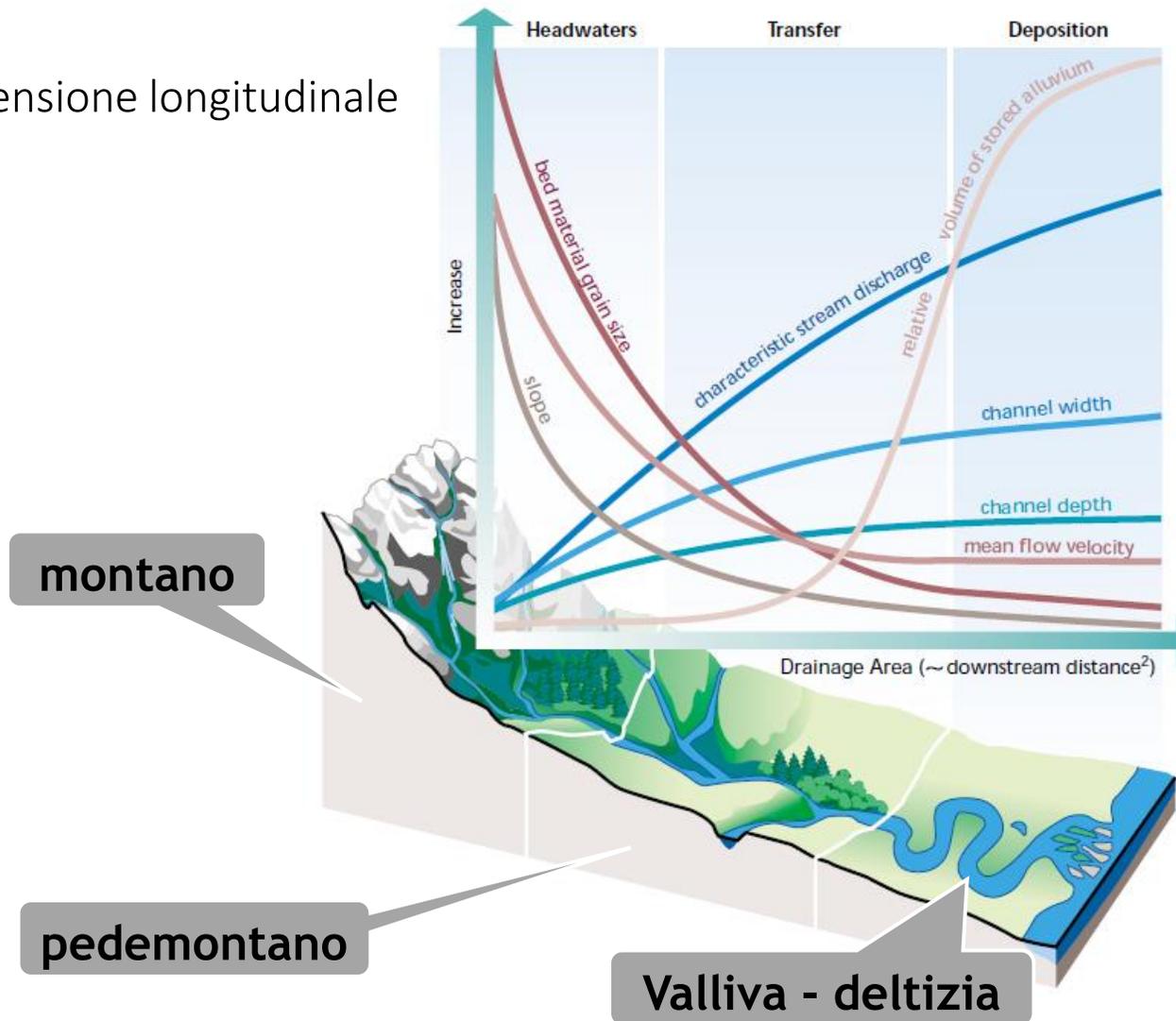
- 3 dimensioni fisiche (longitudinale, trasversale, verticale)
- 1 dimensione temporale



Modificato da Siligardi et al., 2007

Dimensione longitudinale

FISRWG (1998) pag. 1-25



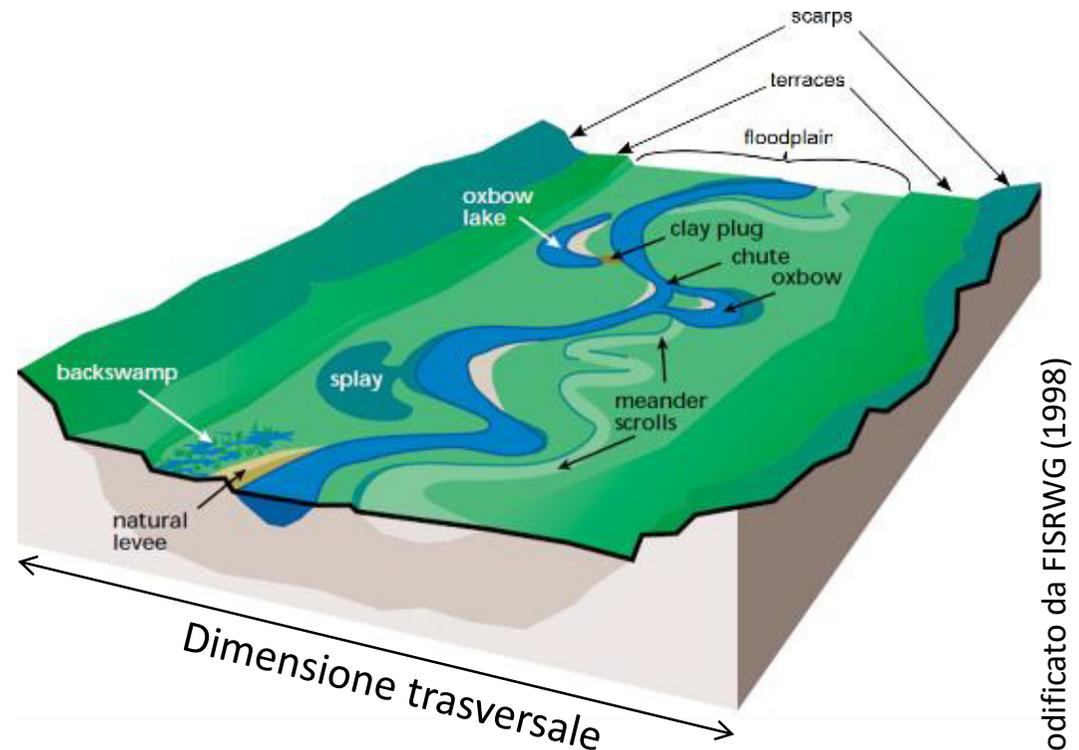
Tipologie di fondo

A seconda del materiale che costituisce il fondo si distinguono:

1. tratti colluviali
2. tratti a fondo roccioso
3. tratti alluvionali

Allargando la scala è possibile distinguere, oltre al canale attivo, anche le seguenti forme:

- Piana inondabile [floodplain] = area allagabile con portate di poco superiori a quelle a piene rive
- Sponde [scarps] = superficie inclinate
- Terrazzi fluviali [terraces] = piana inondabile abbandonata



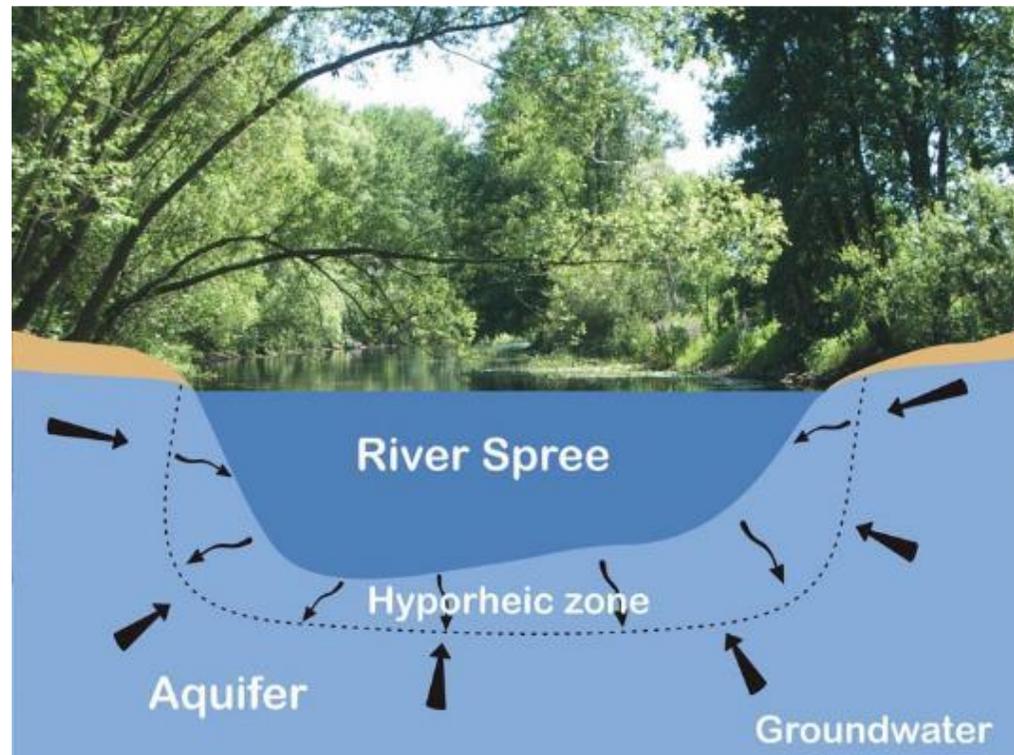
Modificato da FISRWG (1998)

La piana alluvionale comprende tutta la valle costituita dai sedimenti trasportati e depositati dal fiume

Dimensione verticale

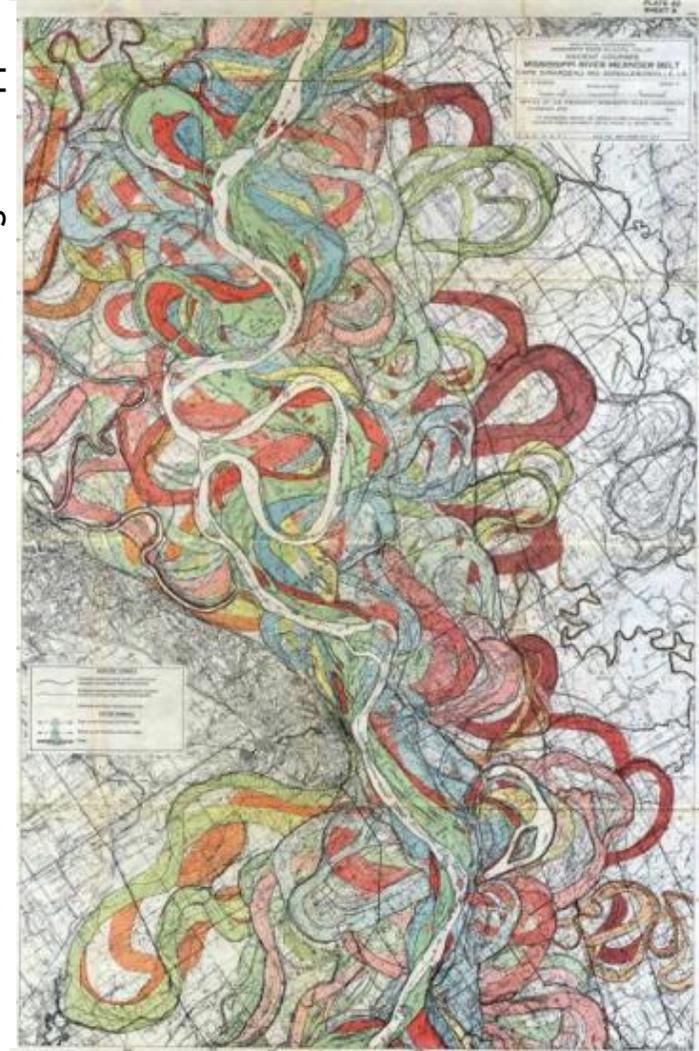
La zona iporreica si estende anche per alcuni km oltre l'alveo attivo:

<http://www.wess.info/typo3/index.php?id=60>



Variabilità temporale dei corsi d'acqua

www.neatorama.com/2011/09/29/the-meandering-mississippi/



Un sistema dinamico (Hack, 1960), in equilibrio, quasi stabile (Langbein & Leopold, 1964)

- I sistemi fluviali sono dotati di variabilità spaziale e temporale
- Nonostante tale variabilità, il fiume riproduce continuamente alcune forme caratteristiche poiché rappresentano l'equilibrio energetico del sistema in quel momento

Il concetto di «portata formativa»:

- I processi erosivi alla base della definizione della forma del paesaggio fluviale e questi dipendono in primo luogo dall'energia della corrente
- Tuttavia portate basse, seppur frequenti, sono dotate di scarsa energia come anche portate elevate, molto energetiche, sono tuttavia più rare

Il concetto di «portata formativa»:

- Si definisce «portata formativa o dominante» una portata sufficientemente frequente e dotata di energia da determinare la morfologia dell'alveo (Wolman and Miller, 1960).

MAGNITUDE AND FREQUENCY OF FORCES IN GEOMORPHIC PROCESSES¹

M. GORDON WOLMAN AND JOHN P. MILLER
Johns Hopkins University and Harvard University

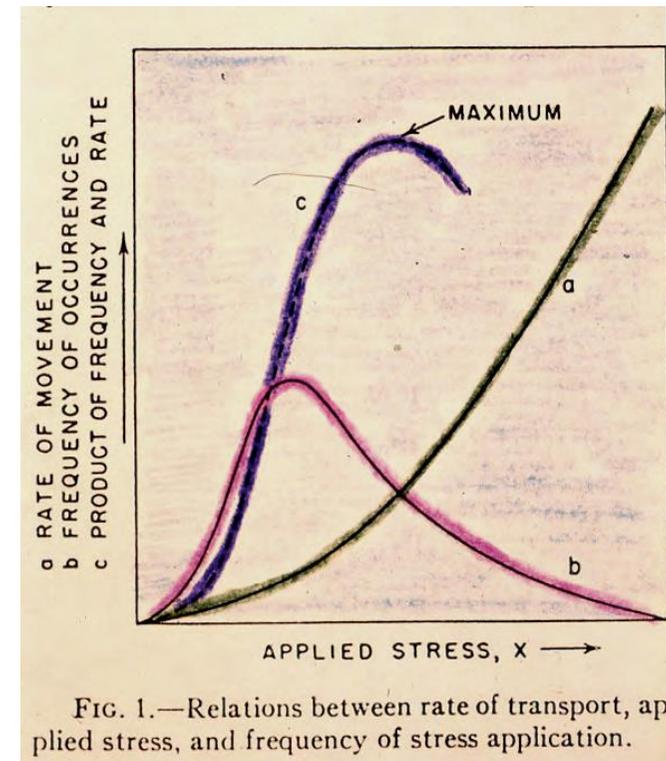
ABSTRACT

The relative importance in geomorphic processes of extreme or catastrophic events and more frequent events of smaller magnitude can be measured in terms of (1) the relative amounts of "work" done on the landscape and (2) in terms of the formation of specific features of the landscape.

For many processes, above the level of competence, the rate of movement of material can be expressed as a power function of some stress, as for example, shear stress. Because the frequency distributions of the magnitudes of many natural events, such as floods, rainfall, and wind speeds, approximate log-normal distributions, the product of frequency and rate, a measure of the work performed by events having different frequencies and magnitudes will attain a maximum. The frequency at which this maximum occurs provides a measure of the level at which the largest portion of the total work is accomplished. Analysis of records of sediment transported by rivers indicates that the largest portion of the total load is carried by flows which occur on the average once or twice each year. As the variability of the flow increases and hence as the size of the drainage basin decreases, a larger percentage of the total load is carried by less frequent flows. In many basins 90 per cent of the sediment is removed by storm discharges which recur at least once every five years.

Il concetto di «portata formativa»:

- Si definisce «portata formativa o dominante» una portata sufficientemente frequente e dotata di energia da determinare la morfologia dell'alveo (Wolman and Miller, 1960).

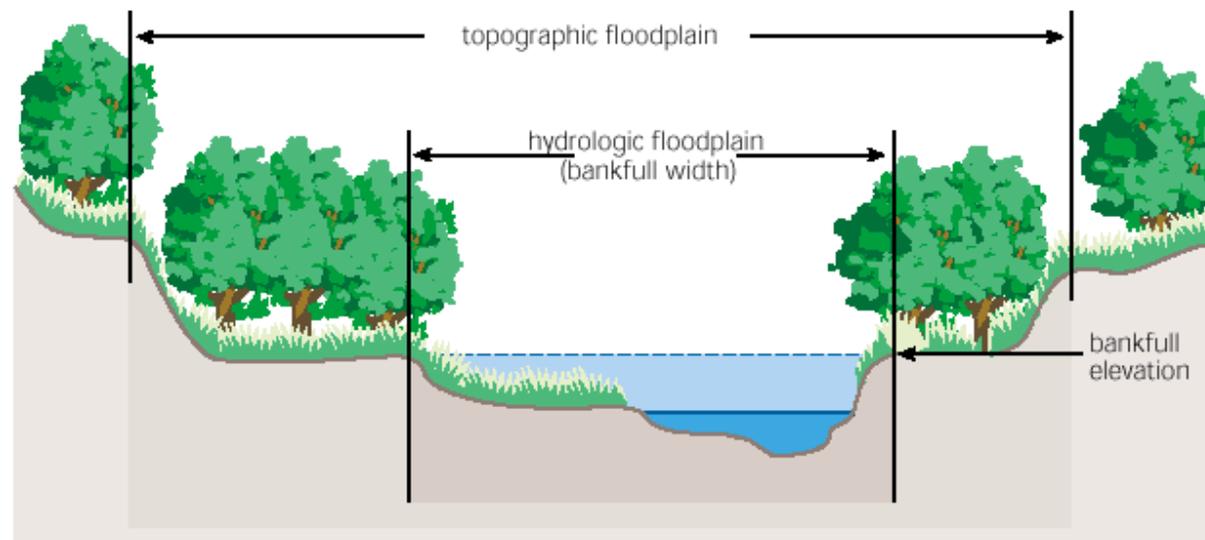


Il concetto di «portata formativa»:

- Alla portata formativa è associata una portata con tempo di ritorno da 1 a 3 anni (1.5 anni come la definizione di demanio!)

Il concetto di «portata formativa»:

- Alla portata formativa è associato il concetto di «portata a piene rive» [*bankfull discharge*] ovvero la portata che riempie completamente l'alveo fino alla piana inondabile [*floodplain*]

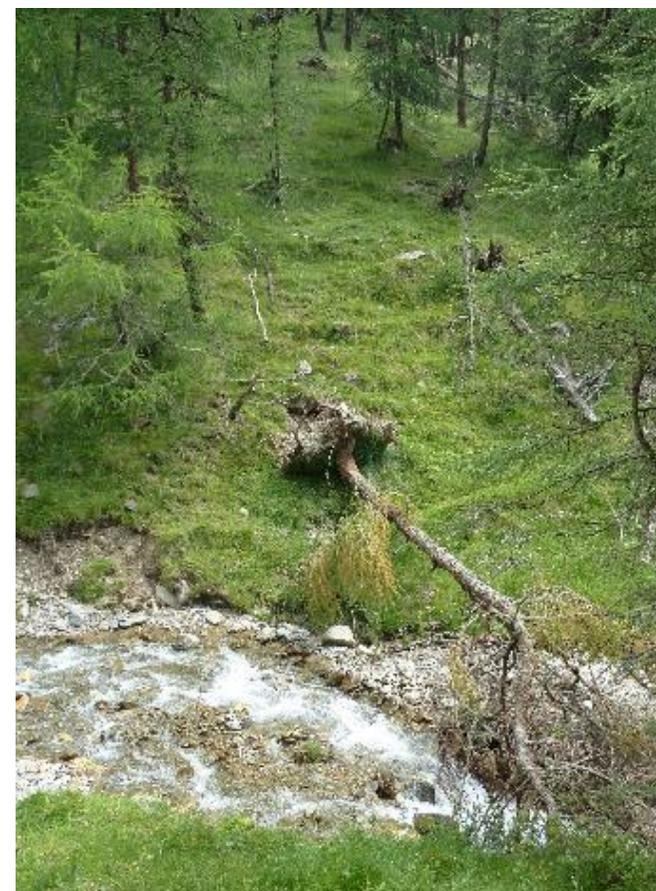


FISRWG (10/1998)

Vegetazione e morfologia dei corsi d'acqua

La vegetazione in alveo è presente come:

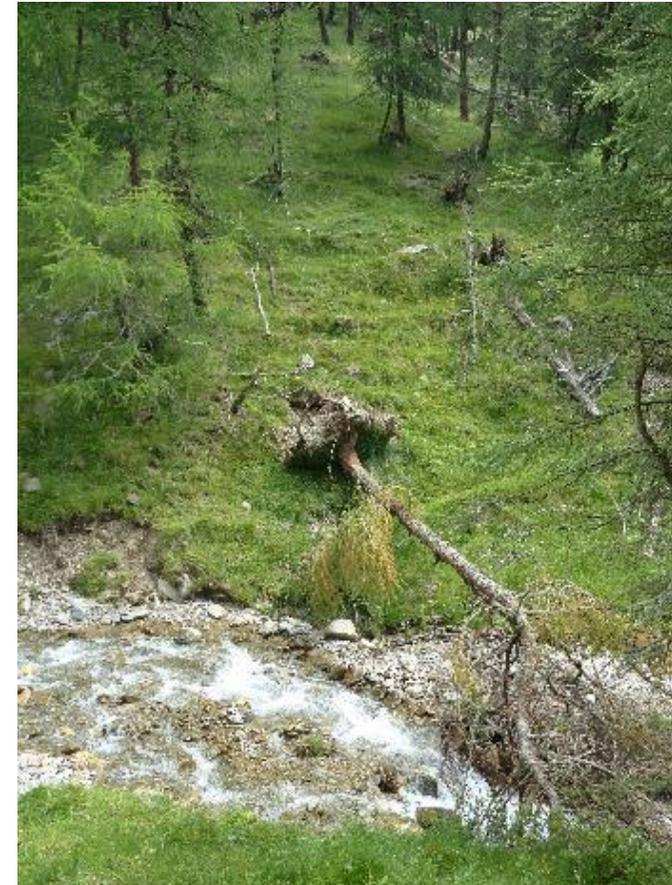
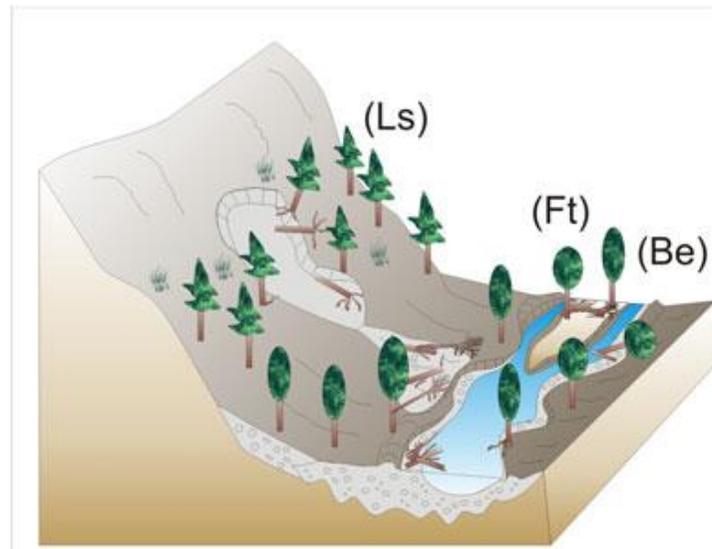
- Vegetazione viva, eterogenea, in evoluzione
- Vegetazione morta, residui di dimensione diversa (detriti legnosi)



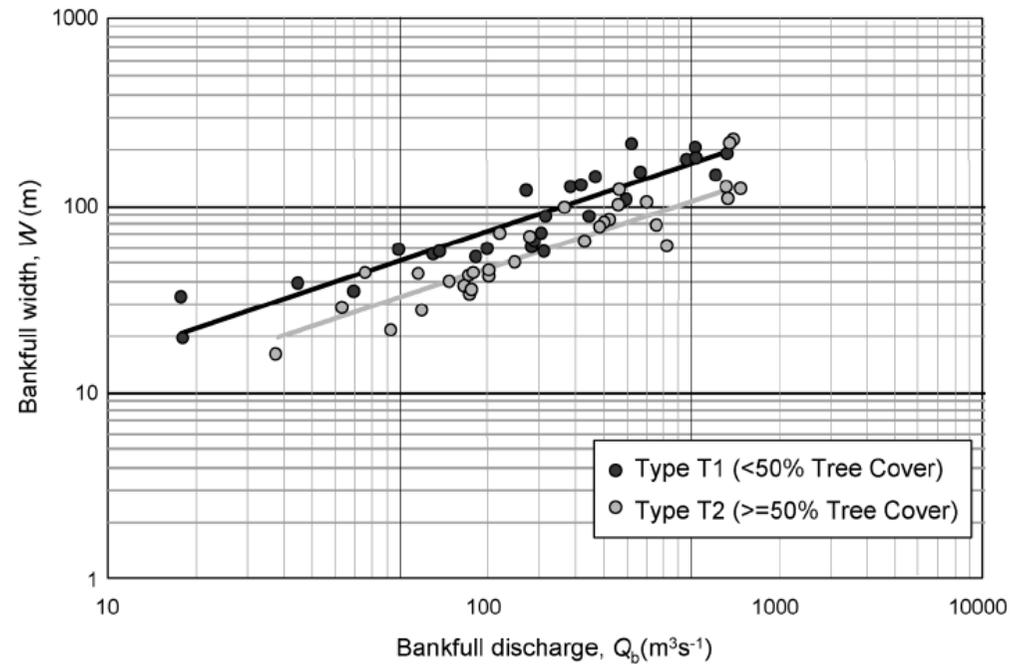
Ls = frane [landslide]

Ft = trasporto fluviale [fluvial transport]

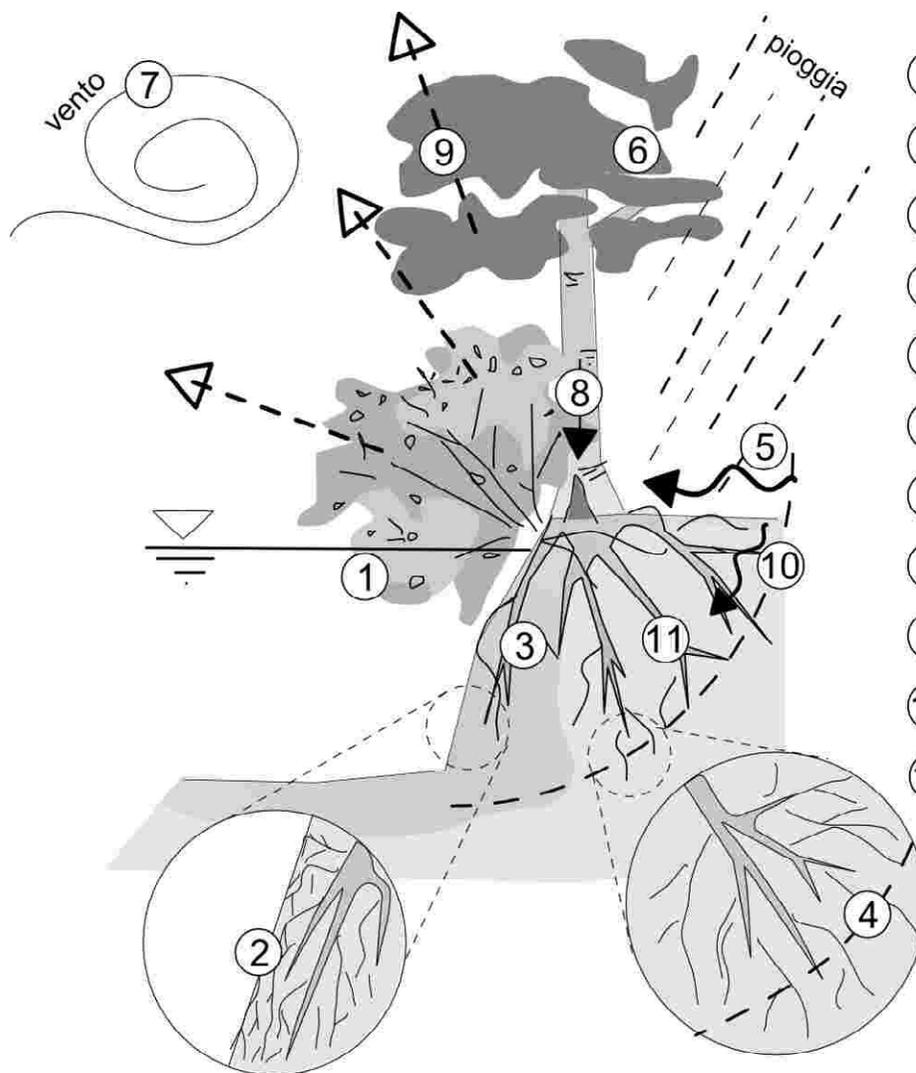
Be = erosione delle sponde [bank erosion]



Ruiz-Villanueva, V., Díez-Herrero, A., Ballesteros, J.A., Bodoque, J.M., 2014. POTENTIAL LARGE WOODY DEBRIS RECRUITMENT DUE TO LANDSLIDES, BANK EROSION AND FLOODS IN MOUNTAIN BASINS: A QUANTITATIVE ESTIMATION APPROACH: RECRUITABLE LARGE WOODY DEBRIS IN MOUNTAIN BASINS. *River Research and Applications* 30, 81–97. <https://doi.org/10.1002/rra.2614>



Copeland et al. (2001) Hydraulic Design of Stream Restoration Projects USACE



- ① riduzione delle tensioni
- ② trattenuta di terreno
- ③ effetto pila
- ④ coesione radicale
- ⑤ erosione superficiale
- ⑥ intercettazione
- ⑦ effetto vela
- ⑧ sovraccarico
- ⑨ evapotraspirazione
- ⑩ infiltrazione
- ⑪ suzione

- Instabilità spondali



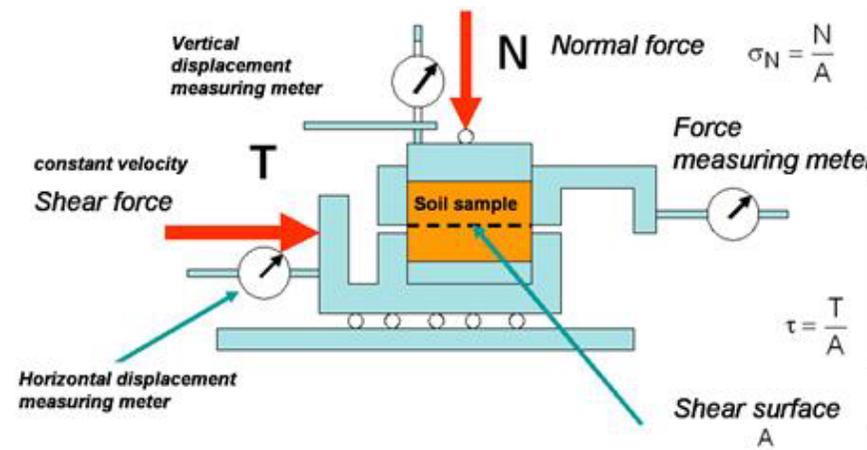
Verifica della stabilità con i metodi all'equilibrio limite:

- risolvono il problema dell'equilibrio globale della massa di terreno delimitato dalla superficie di rottura e intesa come **corpo rigido** (non sono considerati gli sforzi interni ai singoli blocchi assunti rigidi).
- impongono le condizioni di equilibrio per la porzione di terreno delimitata dalle **superfici di scorrimento** calcolando la resistenza mobilitata nel terreno o le azioni esterne.

- Il rapporto tra le forze stabilizzanti e quelle destabilizzanti determina un Fattore di Sicurezza, FS, che se pari a 1 esprime la condizione di stabilità (teorica) della sponda:

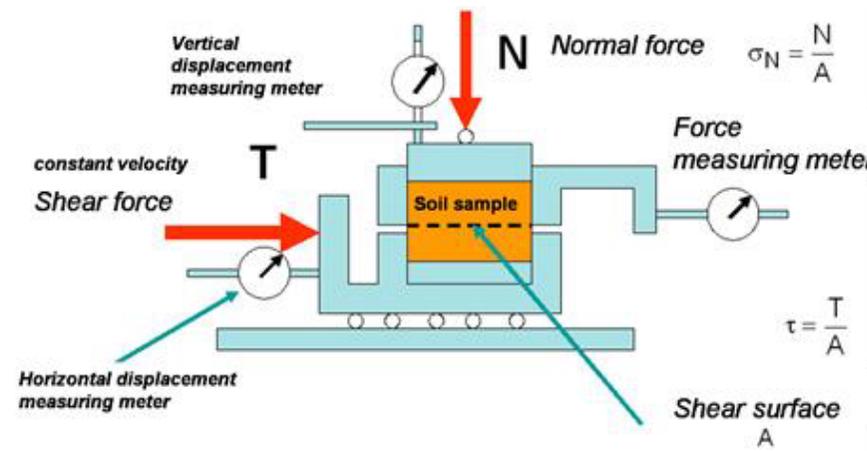
$$FS = \frac{\tau_f}{\tau_{mob}}$$

- I metodi dell'equilibrio impongono un meccanismo di rottura specifico, in genere lineare.
- Si prenda ad esempio lo schema per la misura dell'angolo d'attrito interno e della coesione mediante prove di taglio diretto



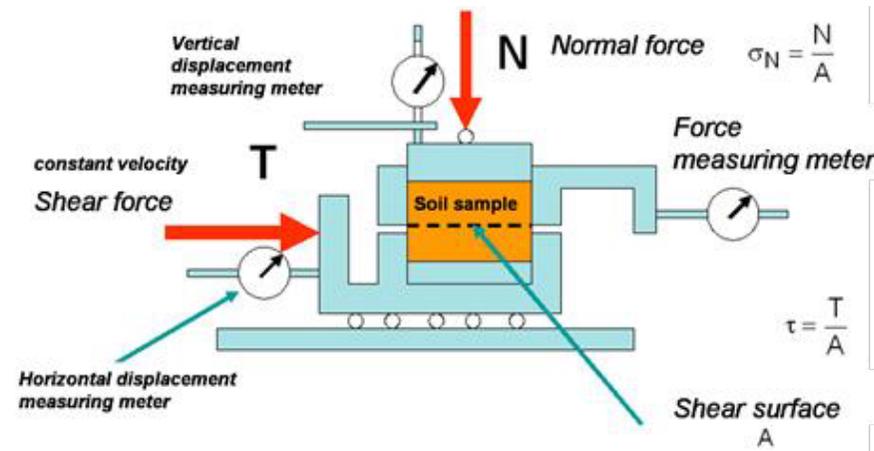
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_S_CORM_MFKHT6504SI-EN/sco_01_04.scoorm

- Un campione di suolo viene distribuito all'interno di una scatola suddivisa in due parti: l'inferiore soggetta ad una forza T tangenziale al verso di scorrimento e una forza N normale al medesimo verso



http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_S_CORM_MFKHT6504SI-EN/sco_01_04.scoorm

- La forza T mette in movimento il carrello e si trasmette alla parte superiore vincolata ad un sistema di misura della tensione.



http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_S_CORM_MFKHT6504SI-EN/sco_01_04.scoorm

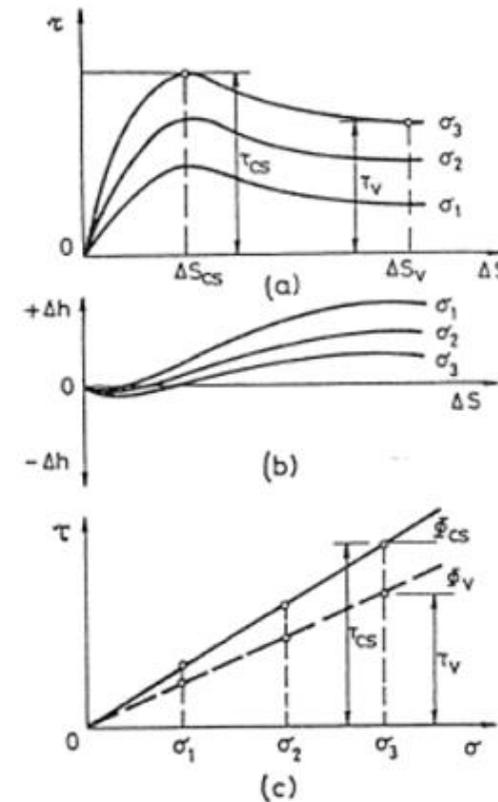
- È possibile ripetere la prova per diverse pressioni confinamento σ creando un grafico τ_{max} vs σ che è interpretato tramite una funzione lineare

$$\tau_f = \sigma \cdot \text{tg} \phi$$

Se è un suolo asciutto privo di coesione (ad es. sabbia)

$$\tau'_f = c' + (\sigma - u) \text{tg} \phi'$$

Se è un suolo bagnato con coesione e angolo d'attrito interno apparente

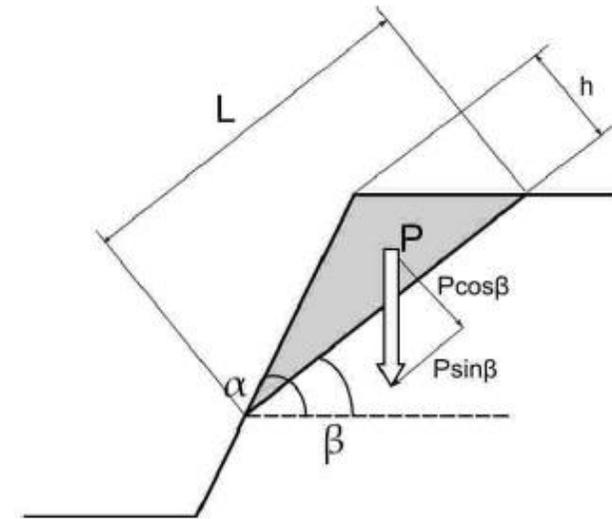


http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0033_s_CORM_MFKHT6504SI-EN/sco_01_04.scoorm

Modello del cuneo

- Applicando il metodo dell'equilibrio limite a un cuneo che rappresenta la porzione di sponda asciutta soggetta a scivolamento:

$$FS = \frac{C \cdot L + P \cos \beta \tan \phi}{P \sin \beta}$$



- Caso un po' più complesso ... effetto dell'acqua contenuta del suolo e nel canale

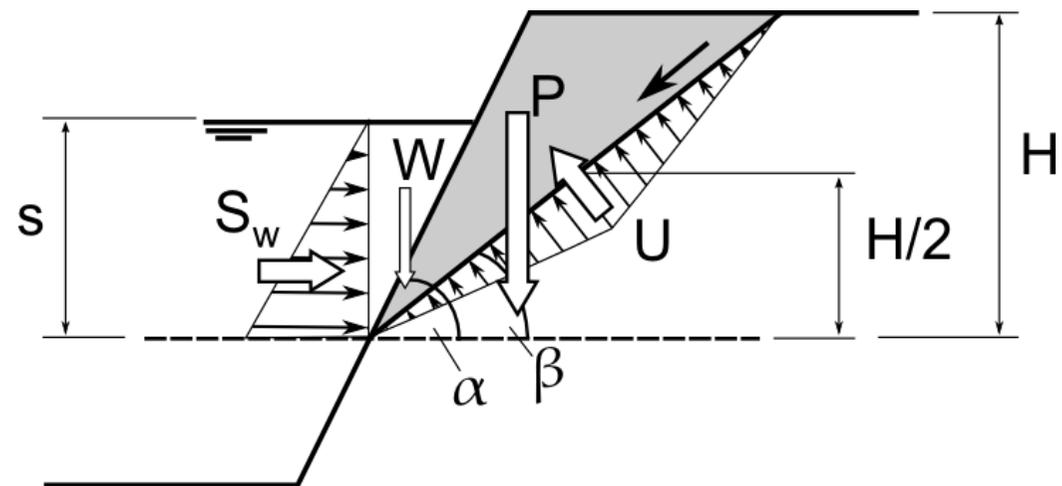
$$FS = \frac{C \cdot L + (P \cos \beta - U + S_w \sin \beta + W \cos \beta) \cdot \tan \phi'}{P \sin \beta + W \sin \beta - S_w \cos \beta}$$

Dove:

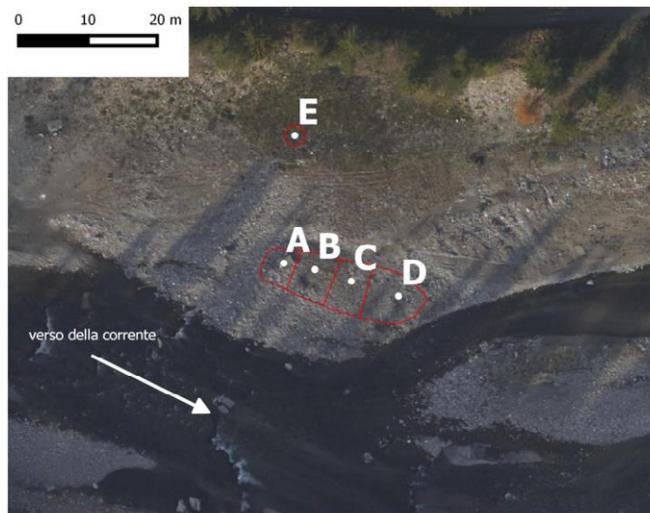
U = sottospinta idraulica

S_w = pressione idrostatica

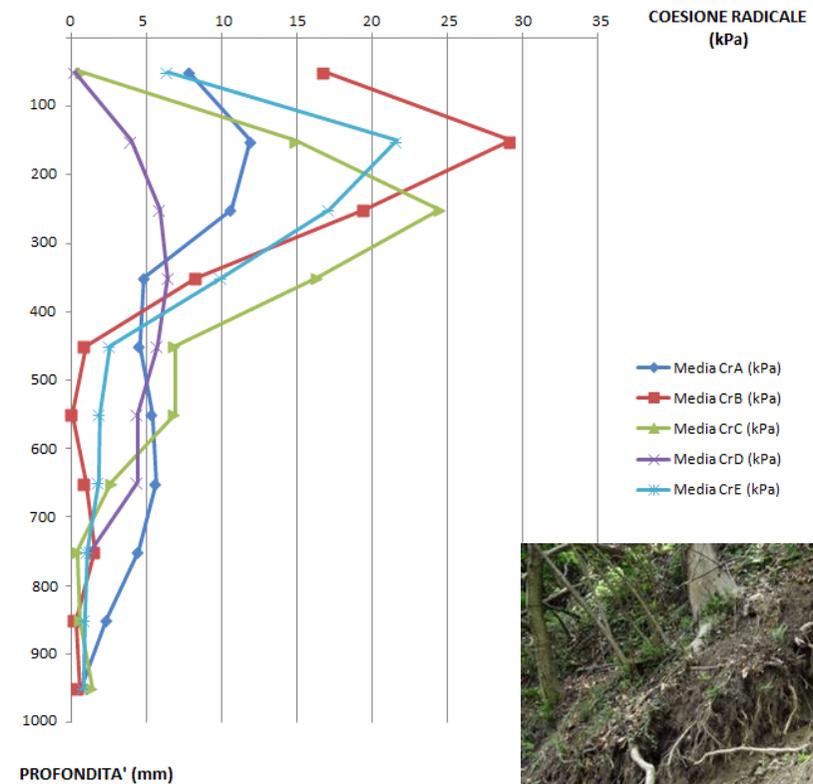
W = peso dell'acqua



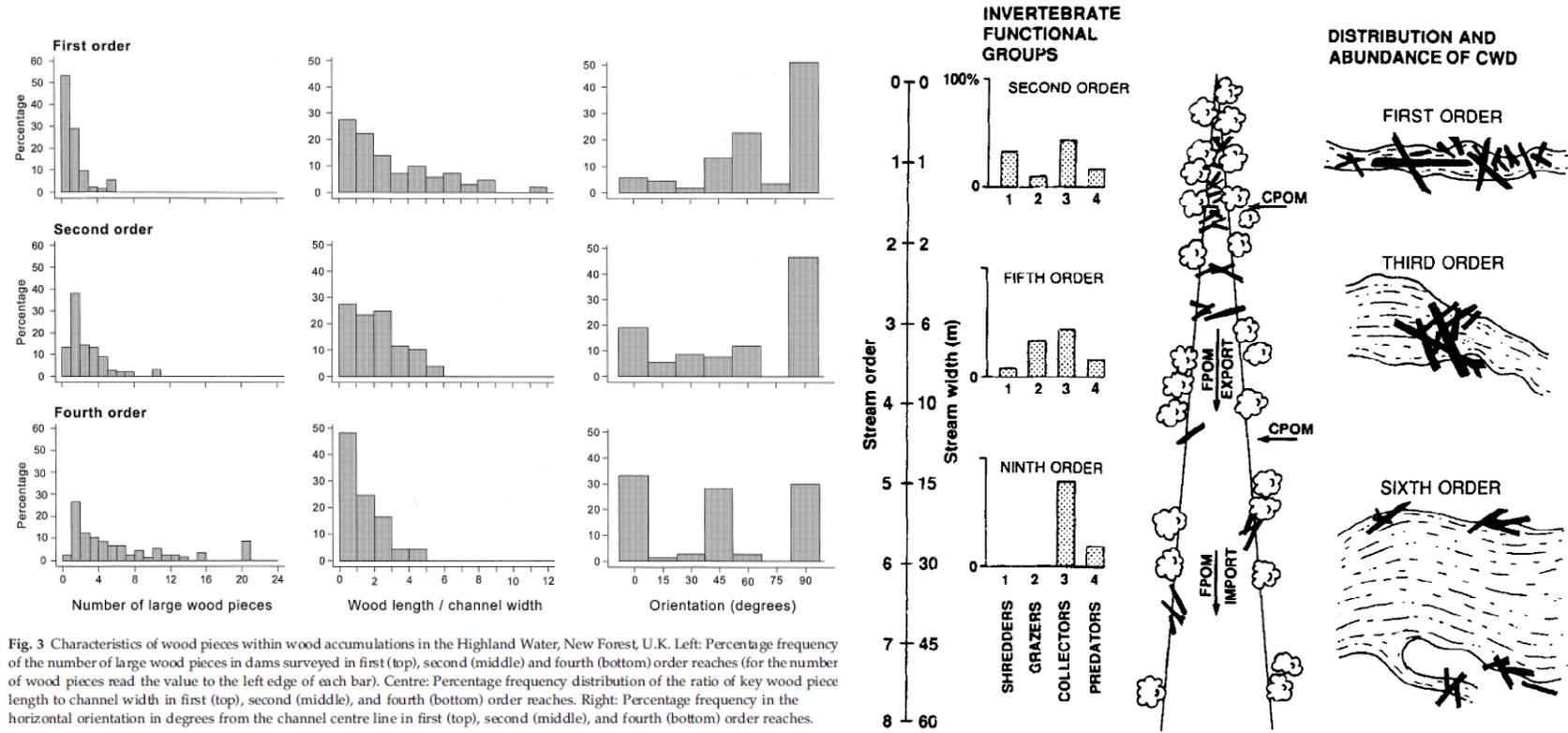
- Contributo della vegetazione alla stabilità delle sponde



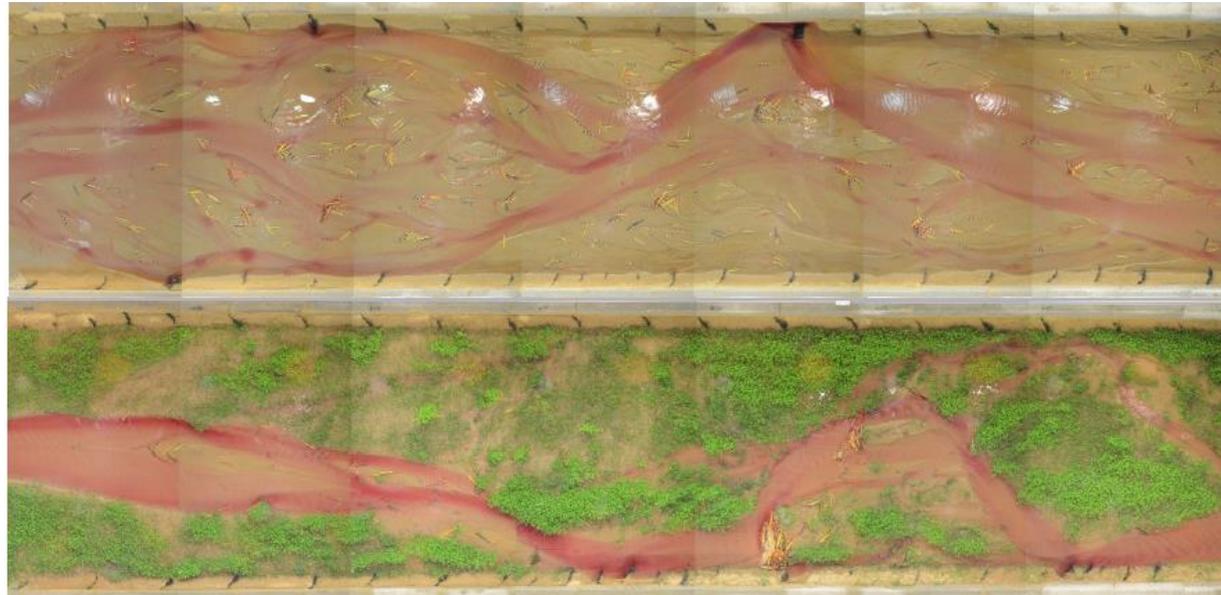
$$C = C_S + C_R$$



Motta (2016) Valutazione dell'effetto stabilizzante di alcune comunità vegetali nel rio Mareta (BZ)



Gurnell, A.M., Piegay, H., Swanson, F.J., Gregory, S.V., 2002. Large wood and fluvial processes. *Freshwater Biol* 47, 601–619. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2002.00916.x>



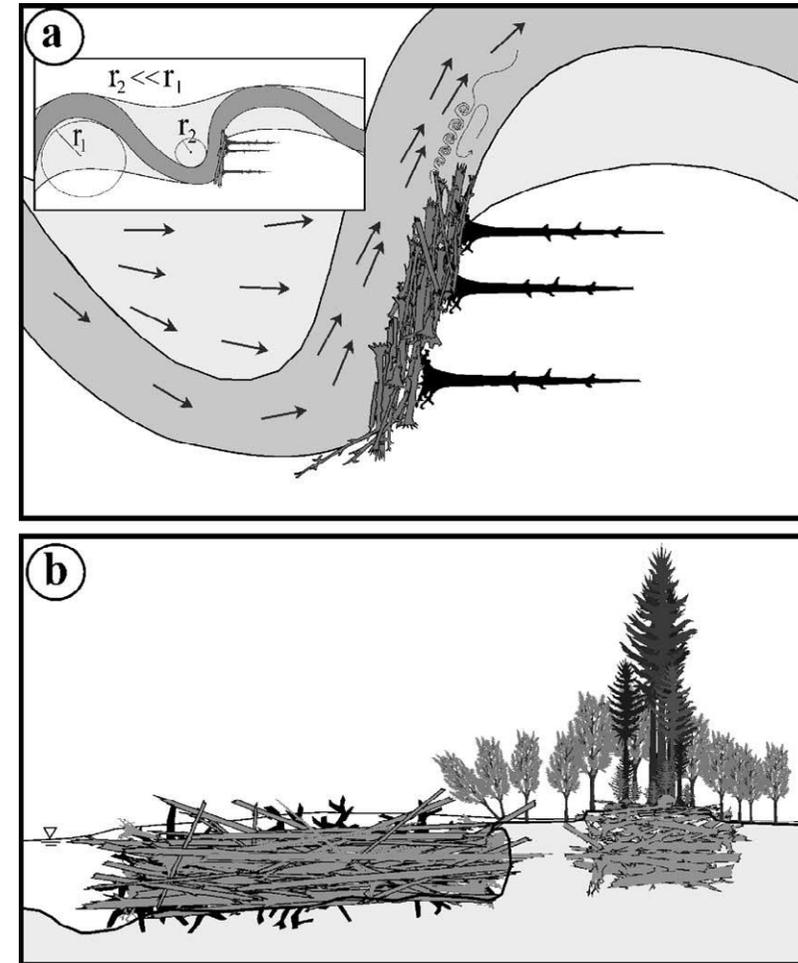
Bertoldi, W., Welber, M., Gurnell, A.M., Mao, L., Comiti, F., Tal, M., 2015. Physical modelling of the combined effect of vegetation and wood on river morphology. *Geomorphology* 246, 178–187.
<https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.05.038>

Quello che potrebbe apparire un accumulo disordinato di ramaglie, in realtà segue una struttura organizzata



Abbe, T.B., Montgomery, D.R., 2003. Patterns and processes of wood debris accumulation in the Queets river basin, Washington. *Geomorphology* 51, 81–107.

[https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00326-4](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00326-4)



Effetti negativi:

1. Occlusione di ponti
2. Riduzione della capacità idraulica della sezione
3. Effetto diga e colata detritica

Effetti positivi:

1. Riserva energetica per l'ecosistema fluviale
2. Contributo ai processi di autodepurazione dei processi fluviali
3. Stabilizzazione del sedimento / riduzione dell'erosione → migliore qualità dell'acqua, protezione del territorio
4. Elemento strutturale delle forme morfologiche → disponibilità di habitat
5. Effetto diga → ritenzione idrica e laminazione delle piene

Vegetazione e idraulica dei corsi d'acqua

Il moto uniforme dei canali

- In particolari condizioni idrauliche o per il dimensionamento delle opere in alveo, è possibile utilizzare la formula del moto uniforme, secondo cui la portata Q è proporzionale all'area bagnata, A , al raggio idraulico, R , alla pendenza longitudinale, i , attraverso il coefficiente di scabrezza espresso alternativamente dal coefficiente di Manning o dal coefficiente di Gauckler-Strickler, c .

$$Q = A \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} \qquad c = \frac{1}{n}$$



Valori del coefficiente di Gauckler-Strickler c
 ($m^{1/3}s^{-1}$) (da Chow, 1959)

Tipo di canale	massimo	normale	minimo
<i>Canali artificiali</i>			
<i>Canali in terra lisciata e uniforme</i>			
Pulita, scavata di recente	62	56	50
Pulita, dopo prolungata esposizione	56	45	40
Ghiaia, sezione uniforme, pulita	45	40	33
Erba corta, pochi cespugli	45	37	30
<i>Canali in terra con ondulazioni o irregolari</i>			
Senza vegetazione	43	40	33
Con erba e pochi cespugli	40	33	30
Cespugli o piante acquatiche in canali profondi	33	29	25
Fondo in terra e sponde in pietrisco	36	33	29
Fondo in pietrame e sponde in cespugli	40	29	25
Fondo in ciottoli e sponde pulite	33	25	20
<i>Canali scavati o dragati</i>			
Senza vegetazione	40	36	30
Cespugli sparsi sulle sponde	29	20	17
<i>Canali in roccia</i>			
Lisci e uniformi	40	29	25
Frastagliati e irregolari	29	25	20

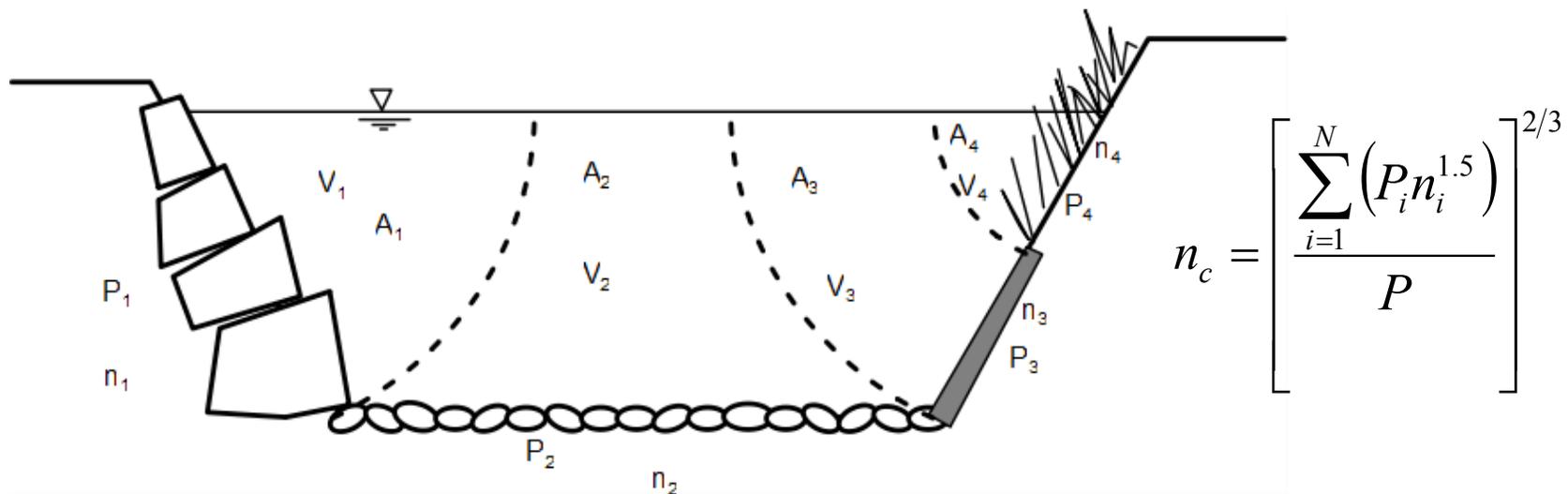
Continua...

Valori del coefficiente di Gauckler-Strickler c
 ($m^{1/3}s^{-1}$) (da Chow, 1959)

Tipo di canale	massimo normale minimo		
<i>Canali senza manutenzione, sterpaglia e cespugli</i>			
Sterpaglia densa, alta quanto il tirante idrico	20	12	8
Fondo pulito, cespugli sulle sponde	25	20	12
Fondo pulito, cespugli sulle sponde, in piena	22	14	9
Cespugli densi e acque profonde	12	10	7
<i>Corsi d'acqua naturali</i>			
<i>Corsi d'acqua minori (tirante inferiore a 3.5 m)</i>			
<i>Corsi d'acqua di pianura</i>			
Puliti, rettilinei, in piena senza scavi localizzati	40	33	30
Puliti, rettilinei, in piena senza scavi localizzati, con sassi e sterpaglia	33	29	35
Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi	30	25	22
Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, con cespugli e pietre	29	22	20
Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, in magra	25	21	18
Puliti, ondulati, con alcune buche e banchi, con cespugli e più pietrame	22	20	17
Tratti lenti, sterpaglia e buche profonde	20	14	12
Tratti molto erbosi, buche profonde e grossi arbusti e cespugli	13	10	7
<i>Corsi d'acqua montani, senza vegetazione in alveo, sponde ripide, alberi e cespugli lungo le sponde sommergibili durante le piene</i>			
Fondo: ghiaia, ciottoli e massi sparsi	33	25	20
Fondo: ciottoli e massi grossi	25	20	14

Sezioni con scabrezza eterogenea

Metodo di Einstein - Horton (1933-1934)

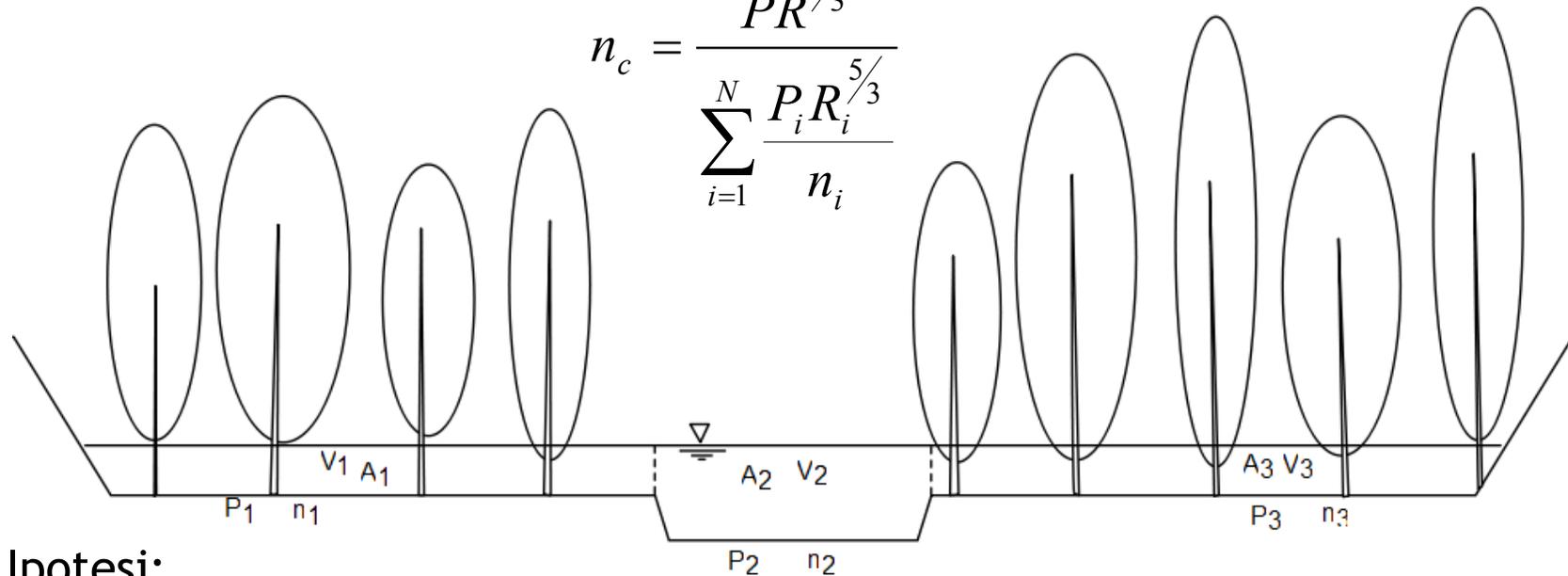


Ipotesi:

- suddivisione sezione in sub-aree con medesima velocità;
- lungo le superfici di separazione non si esplicano sforzi tangenziali;
- adatto a sezione con scabrezza eterogenea.

Sezioni con forma composta Metodo di Lotter (1933)

$$n_c = \frac{PR^{5/3}}{\sum_{i=1}^N \frac{P_i R_i^{5/3}}{n_i}}$$



Ipotesi:

- suddivisione sezione in subaree mediante linee verticali;
- lungo le superfici di separazione non si esplicano sforzi tangenziali;
- In genere è utilizzato per alvei con golene.

- L'ipotesi di superfici di separazione dei flussi senza sforzi tangenziali è valida solo se l'estensione è molto contenuta

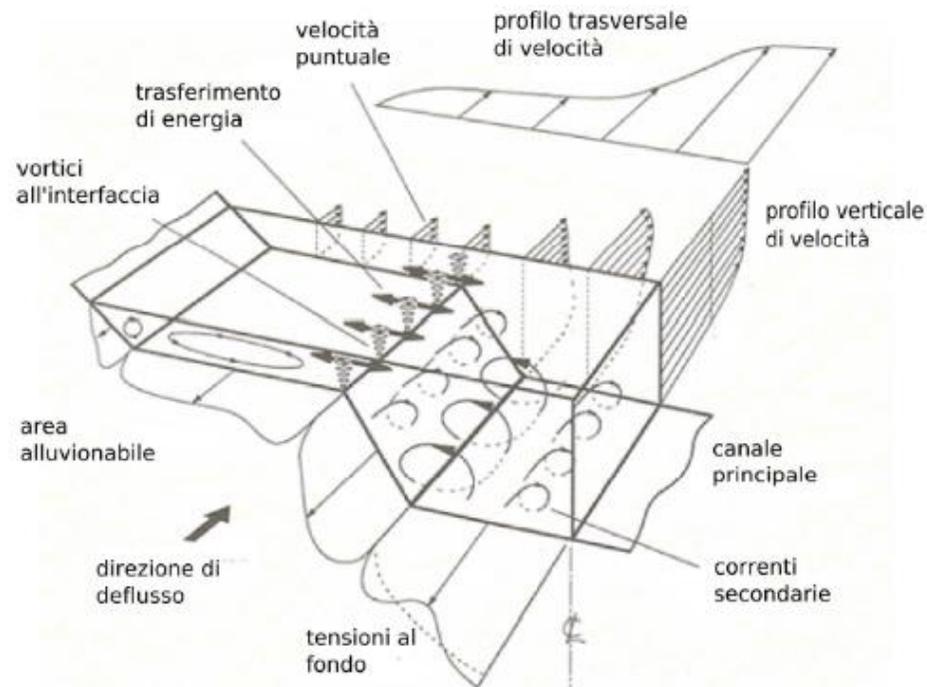
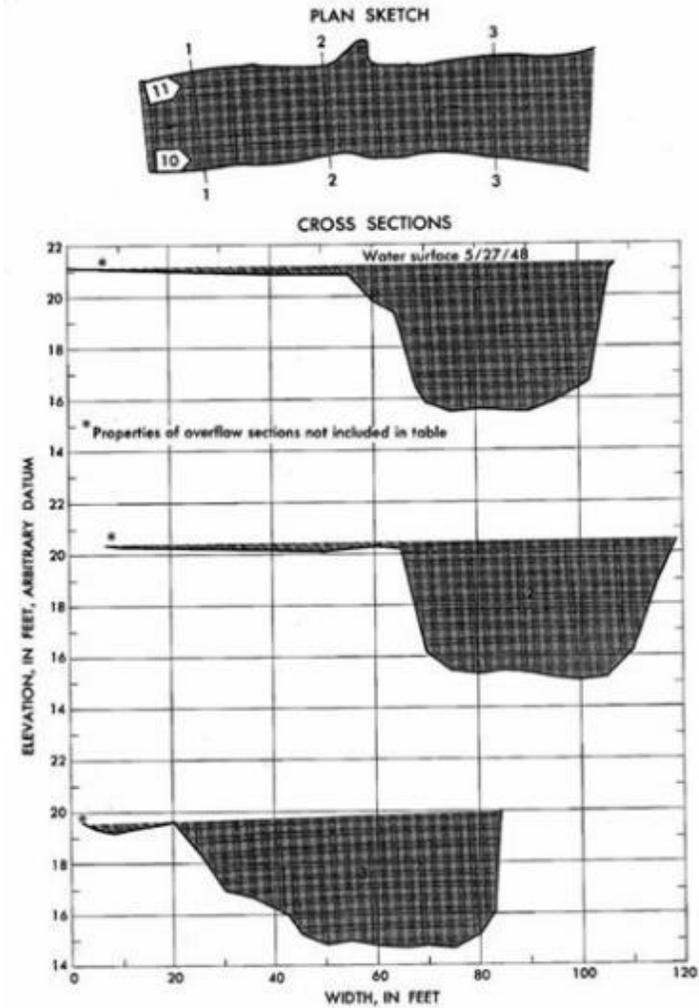
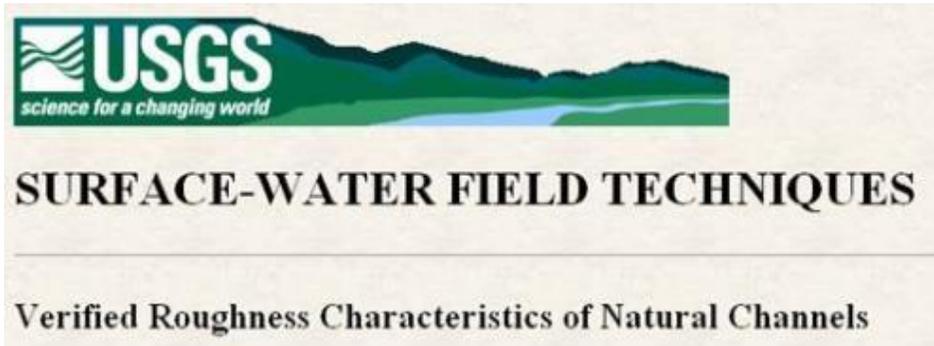


Figura 2.4: scambi di energia tra il canale principale e le golene attraverso la formazione di vortici e correnti secondarie (modificato da Shiono e Knight, 1991).

U.S. Geological Survey Water Supply Paper 1849



U.S. Geological Survey Water Supply Paper 1849

Site Description	
Station name	Catherine Creek near Union, Oregon
Station number	13-3200
Gage location	Lat 45°09'20", long 117°46'40", in SE 1/4 sec. 2, T. 5 S., R. 40 E., on right bank 3 miles downstream from Little Catherine Creek and 6 miles southeast of Union. Section 1 is about 0.75 mile downstream from gage.
Drainage area	105sq mi
Date of flood	May 27, 1948
Gage height	4.57 ft at gage: 21.21 ft (different datum) at section 1
Peak discharge	1,740 cfs
Computed roughness coefficient	Manning $n = 0.043$
Description of channel	Bed consists of cobbles and small boulders. Banks are lined with small trees and brush, and limbs overhang along left bank.

Reach Properties							
Section	Area (sq ft)	Top Width (ft.)	Mean depth (ft)	Hydraulic radius (ft)	Mean velocity (ft per sec)	Lenght (ft) between sections	Fall (ft) between sections
1	220	52	4.23	4.00	7.91
2	236	54	4.37	4.15	7.37	102	0.73
3	256	64	4.00	3.76	6.80	116	0.72

Resistenza additiva del U.S. Geological Survey (Cowan, 1956)

- Un approccio tutt'ora validissimo alla stima delle resistenze in alvei naturali è quello fornito dalla procedura, sempre dell'USGS, della resistenza additiva.
- In tale procedura, il valore del coefficiente di scabrezza di Manning viene calcolato sommando il contributo di tutti i fattori che provocano resistenze al flusso (materiale, forme, ostacoli, vegetazione):

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m$$

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m$$

$n_0 = f(\text{tipologia di materiale del fondo})$

valore di base per n valido per un canale rettilineo, uniforme in materiale naturale

Materiale costituente l'alveo	Dimensione media del materiale (mm)	Valore di base per n
Sabbia fine	0,2	0,012
Sabbia media	0,5	0,022
Sabbia grossolana	1,0	0,026
Sabbia molto grossolana	1-2	0,026-0,035
Ghiaia	2-64	0,028-0,035
Ciottoli	64-256	0,030-0,050
Massi	>256	0,040-0,070

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m$$

$$n_1 = f(\text{irregolarità fondo})$$

valore aggiuntivo per tener conto delle irregolarità della superficie

Irregolarità della superficie della sezione	Fattore di correzione per n	Caratteristiche
Trascurabile	0,000	Canali regolari con materiale del fondo ben distribuito.
Bassa	0,001-0,005	Canali in buone condizioni aventi però le sponde leggermente erose.
Moderata	0,006-0,010	Canali dragati aventi scabrezza dell'alveo da moderata a considerevole e sponde moderatamente erose.
Elevata	0,011-0,020	Canali aventi sponde pesantemente erose.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m$$

$n_2 = f(\text{variabilità della forma e delle dimensioni della sezione})$

valore aggiuntivo per tener conto delle variazioni di forma e dimensioni del canale

Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	Fattore corr. per n	Caratteristiche
Graduale	0,000	La dimensione e la forma della sezione trasversale del canale varia gradualmente.
Variazione occasionale	0,001-0,005	Sezioni trasversali grandi e piccole si succedono occasionalmente.
Variazione frequente	0,010-0,015	Sezioni trasversali grandi e piccole si succedono frequentemente.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m$$

$$n_3 = f(\text{presenza di elementi di occlusione})$$

valore aggiuntivo per tener conto di ostacoli in alveo

Effetto relativo di ostruzioni	Fattore corr. per n	Caratteristiche
Trascurabile	0,000-0,004	Ostruzioni poco diffuse: queste comprendono depositi di detrito, ceppi, tronchi, radici esposte o massi isolati che occupino meno del 5% della sezione.
Modesto	0,005-0,015	Le ostruzioni occupano dal 5% al 15% della sezione e la distanza tra di esse è tale che la sfera di influenza intorno ad una ostruzione non si estende fino alla sfera che si trova intorno ad un'altra.
Apprezzabile	0,020-0,030	Le ostruzioni occupano dal 15% al 50% della sezione o la distanza tra di esse è sufficientemente piccola da far sì che gli effetti delle diverse ostruzioni si sommino, in modo che viene ostruita, di conseguenza, una frazione equivalente della sezione.
Elevato	0,040-0,050	Le ostruzioni occupano più del 50% della sezione o la distanza fra di esse è sufficientemente piccola da causare turbolenza attraverso la maggior parte della sezione.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m$$

$$n_4 = f(\text{presenza di vegetazione})$$

valore aggiuntivo per tener conto della vegetazione e delle condizioni di deflusso

Effetto della vegetazione	Fattore corr. per n	Caratteristiche
Basso	0,002-0,010	Fitta vegetazione erbacea che si sviluppi dove la profondità media della corrente è da una a due volte l'altezza della vegetazione stessa; vegetazione arbustiva flessibile, come il salice, che si sviluppi dove la profondità media della corrente è almeno tre volte l'altezza della vegetazione stessa.
Medio	0,010-0,025	Vegetazione erbacea che si sviluppi dove la profondità media della corrente è da due a tre volte l'altezza della vegetazione stessa; vegetazione arbustiva moderatamente fitta, simile a delle piante di salice di 1 o 2 anni durante la stagione invernale, che cresca lungo le rive e dove non sia presente vegetazione significativa lungo il fondo del canale dove il raggio idraulico è maggiore di 0,61 m.
Alto	0,025-0,050	Vegetazione erbacea che si sviluppi dove la profondità media della corrente è circa uguale all'altezza della vegetazione stessa; piante di salice di 8-10 anni (in riposo vegetativo) cresciute insieme a vegetazione erbacea dove il raggio idraulico sia superiore a 0,60 m; salici di 1 anno circa cresciuti insieme a vegetazione erbacea lungo le sponde (durante la stagione vegetativa), dove non sia presente vegetazione significativa lungo il fondo del canale con un raggio idraulico maggiore di 0,61 m.
Molto alto	0,050-0,100	Vegetazione erbacea che si sviluppi dove la profondità media della corrente è meno della metà dell'altezza della vegetazione stessa; piante di salice di circa 1 anno con vegetazione erbacea lungo le sponde (durante la stagione vegetativa), o fitta vegetazione di <i>typha</i> lungo il fondo del canale.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m$$

$$m = f(\text{sinuosità dell'alveo})$$

fattore di correzione per tener conto della meandrizzazione

Grado di sinuosità dell'alveo (m)	Fattore moltiplicativo	Caratteristiche
Modesto	1,00	Il rapporto fra la lunghezza effettiva del canale ed il percorso rettilineo compiuto dallo stesso è compreso fra 1,0 e 1,2.
Apprezzabile	1,15	Il rapporto fra la lunghezza effettiva del canale ed il percorso rettilineo compiuto dallo stesso è compreso fra 1,2 e 1,5.
Elevato	1,30	Il rapporto fra la lunghezza effettiva del canale ed il percorso rettilineo compiuto dallo stesso è maggiore di 1,5.

Presenza di vegetazione

- La vegetazione in genere costituisce un ostacolo al deflusso in alveo ma essendo costituita da un «materiale» dotato di una certa flessibilità, il suo comportamento non è costante ma varia, spesso a favore, a seconda delle condizioni idrauliche che si verificano nell'alveo.
- L'aumento di scabrezza genera un rallentamento della corrente e un conseguente innalzamento dei tiranti. Ciò può determinare un aumento del pericolo di esondazione ovvero un effetto di ritardo dell'ondata di piena
- L'utilizzo della vegetazione può avere effetti positivi e negativi da valutarsi caso per caso

Presenza di vegetazione

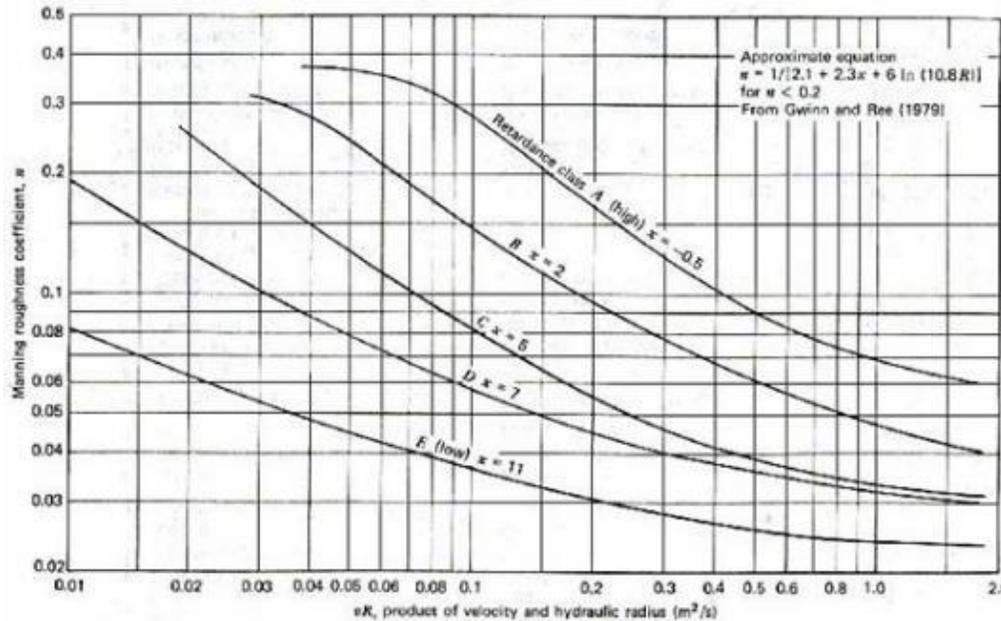
Dal punto di vista idraulico, si possono verificare le seguenti condizioni:

1. Vegetazione con altezza molto più bassa del livello di sommersione ($h_{veg} \ll h$): le resistenze al moto si generano sul fondo e sono per attrito
2. Vegetazione con altezza maggiore del tirante ($h_{veg} \geq h$): le resistenze sono di «forma», al pari di un corpo immerso in un fluido

A questa suddivisione va poi aggiunto **l'effetto «elastico»** che modifica la forma e l'ingombro delle chiome/biomassa soggetta a sommersione

Esempio 1: vegetazione erbacea totalmente sommersa

Metodo S.C.S. U.S.D.A. (1966, in Schwab et al., 1981)



Densità	Altezza media (cm)	X	Categoria
Buona	>76	-0,5	A
"	28-61	2	B
"	15-25	5	C
"	5-15	7	D
"	<5	11	E
Scarsa	>76	2	B
"	28-61	5	C
"	15-25	7	D
"	5-15	7	D
"	<5	11	E

$$n = \frac{1}{[2.08 + 2.30x + 6 \ln(10.8vR)]}$$

Condizioni di ricerca e applicabilità:

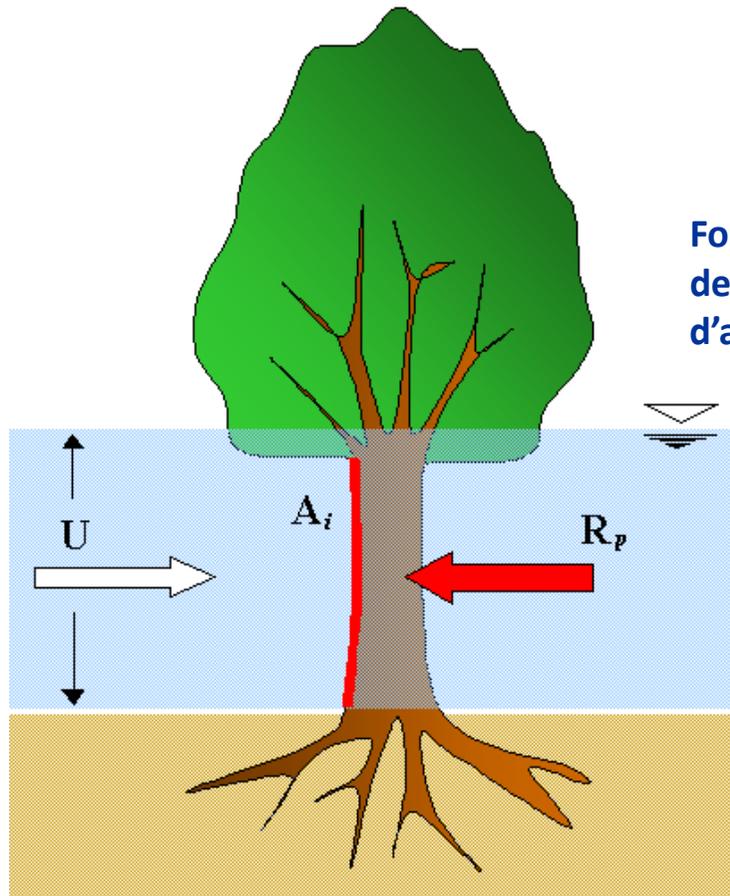
- alvei sufficientemente larghi da poter trascurare l'effetto delle sponde
- copertura erbosa (h_v : 5 - 90 cm) totalmente sommersa

Esempio 1: vegetazione erbacea totalmente sommersa

Kouwen e Unny (1968)

$$n = 0.14h_{veg} \left(\frac{\left(\frac{MEI}{\tau_0} \right)^{0.25}}{h_{veg}} \right)^{1.59}$$

Esempio 2: Vegetazione arborea o arbustiva a comportamento rigido parzialmente sommersa



Forza peso del volume d'acqua

Metodo di Petryk – Bosmanjian (1975)

Sforzi sul contorno bagnato

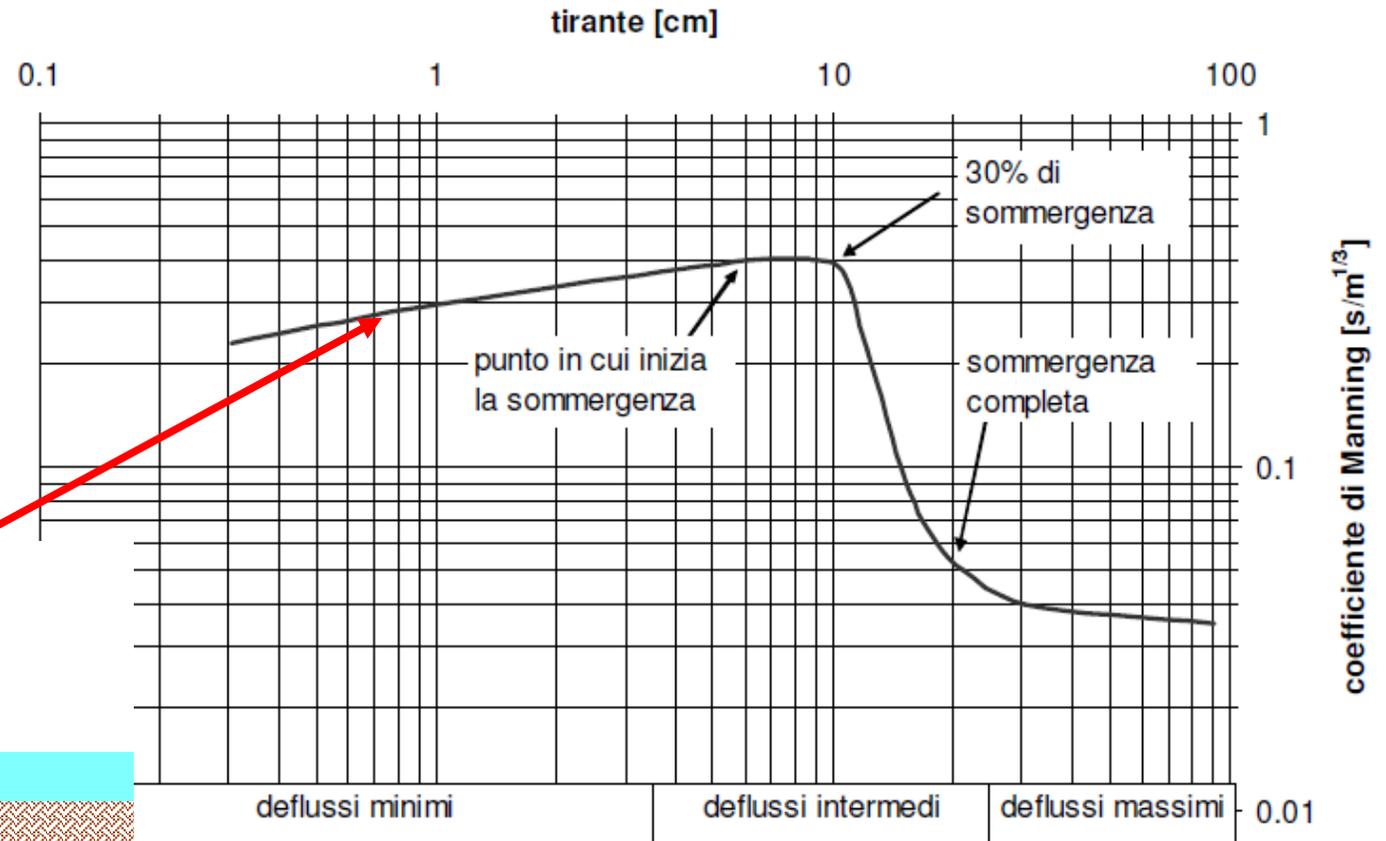
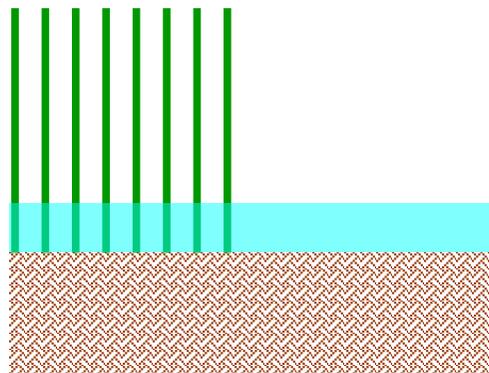
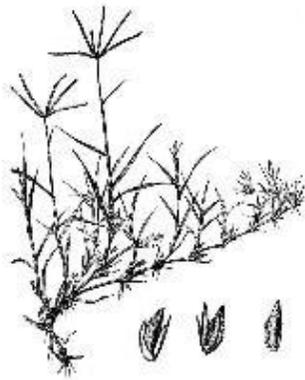
$$\gamma JAL = \tau_0 PL + \sum_{i=1}^N R_{p_i}$$

$$n_{eq} = \sqrt{n_{base} + \frac{R^{4/3}}{2g} \sum_{i=1}^N C_D \frac{A_{p_i}}{AL}}$$

Rappresenta la densità della vegetazione

Esempio 3: Vegetazione erbacea parzialmente sommersa

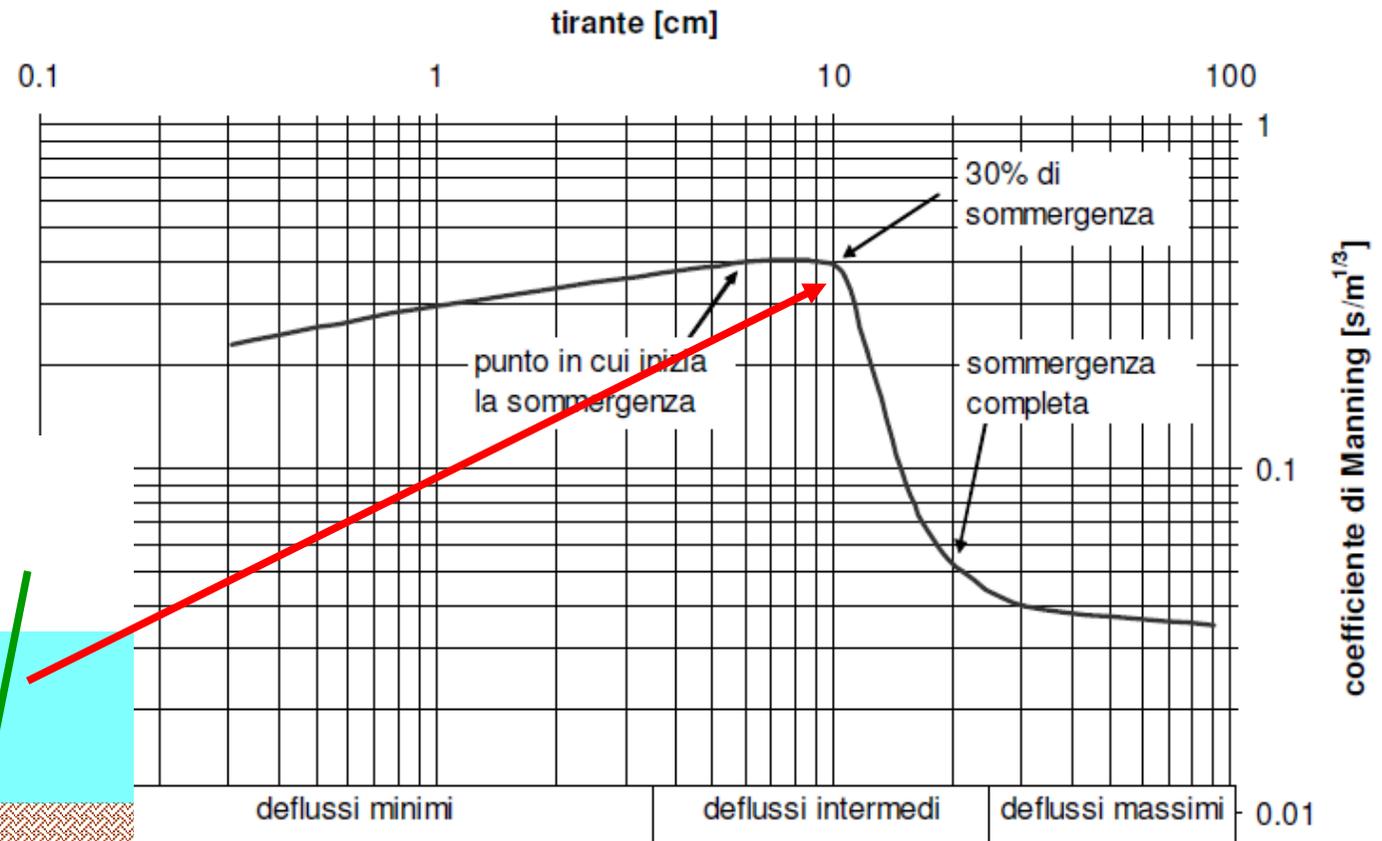
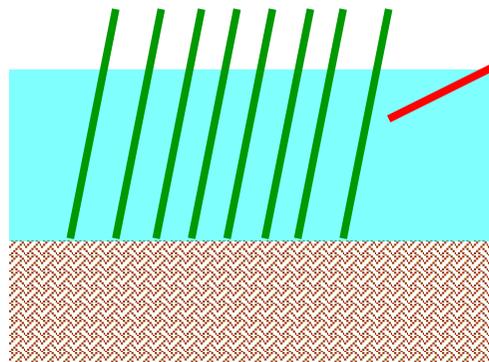
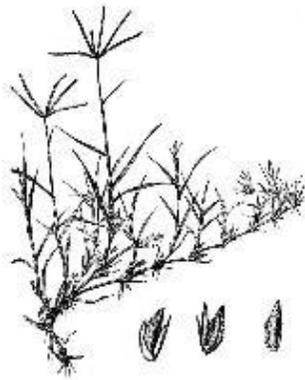
Ree, 1949 in Schwab et al., 1981
Immagine da wikipedia



vegetazione erbacea di media lunghezza (*Bermuda grass*) in un canale con pendenza del 5%

Esempio 3: Vegetazione erbacea parzialmente sommersa

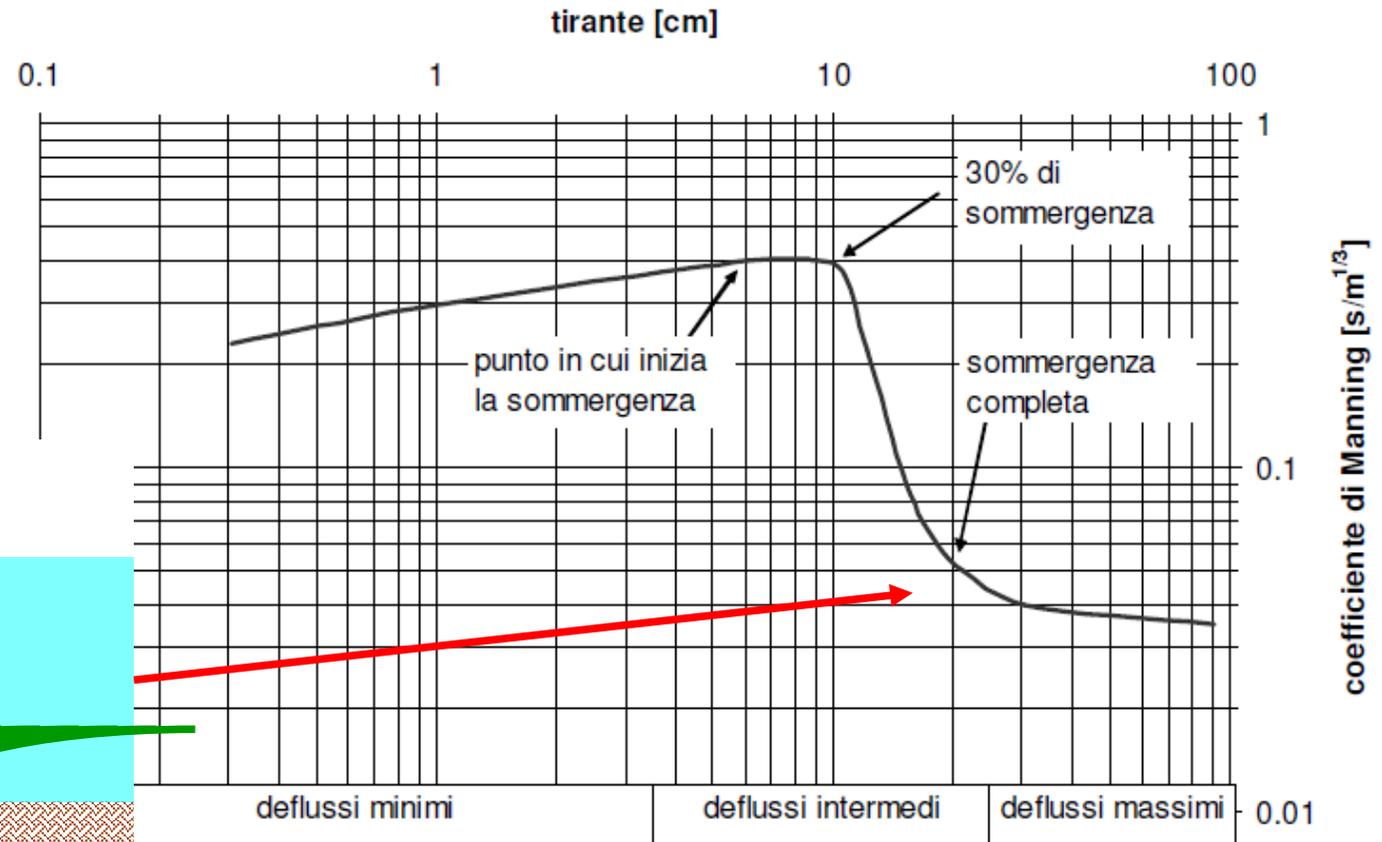
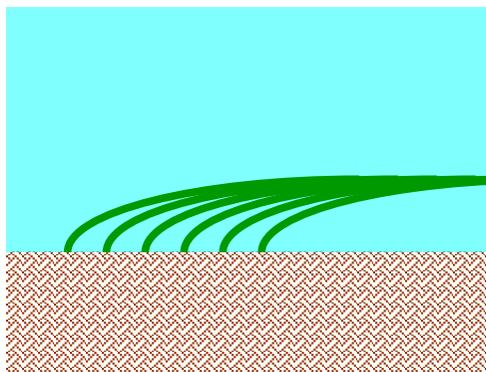
Ree, 1949 in Schwab et al., 1981
Immagine da wikipedia



vegetazione erbacea di media lunghezza (*Bermuda grass*) in un canale con pendenza del 5%

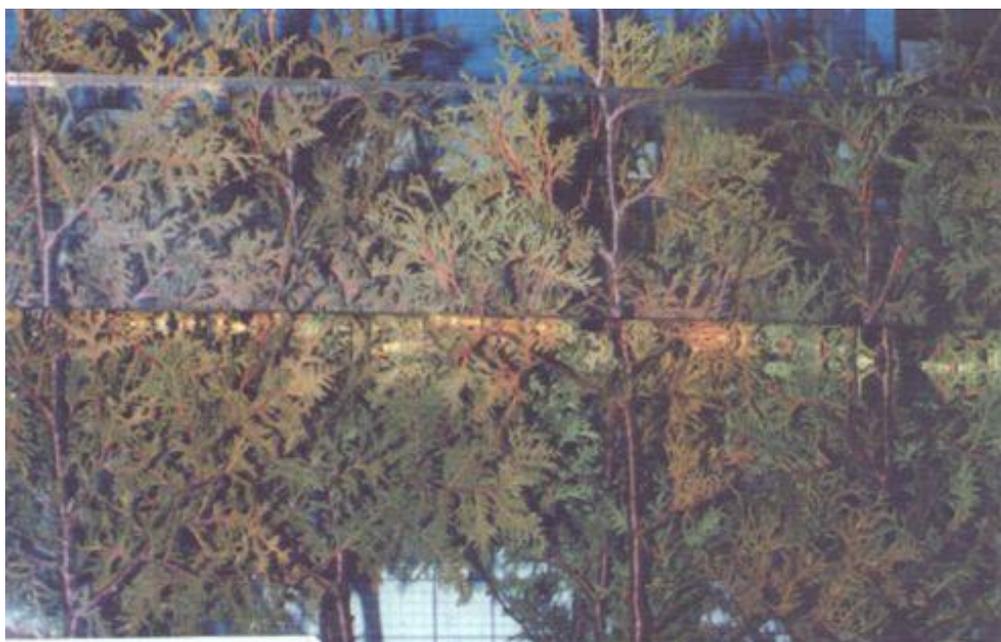
Esempio 3: Vegetazione erbacea parzialmente sommersa

Ree, 1949 in Schwab et al., 1981
Immagine da wikipedia



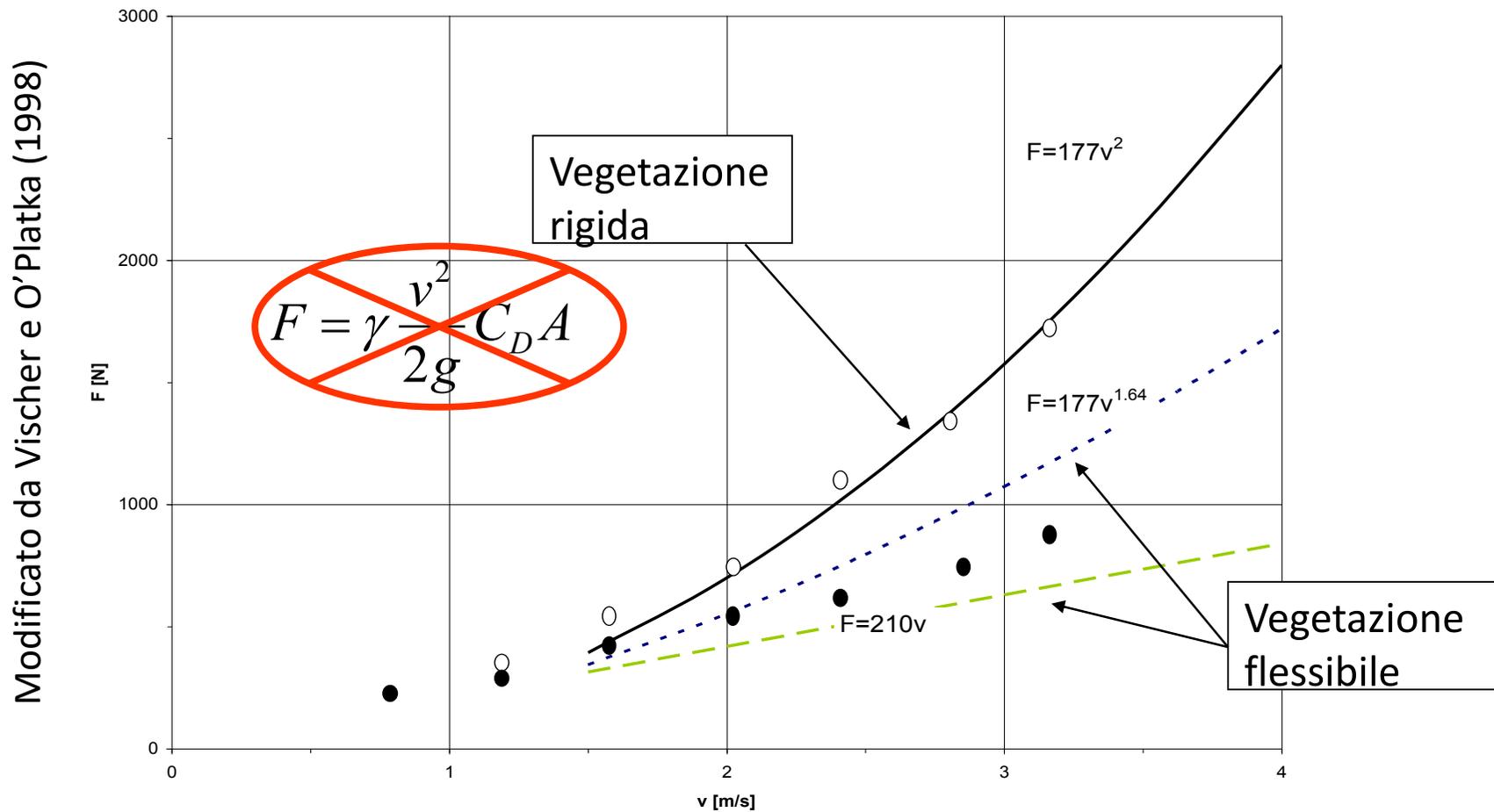
vegetazione erbacea di media lunghezza (*Bermuda grass*) in un canale con pendenza del 5%

Esempio 4: Vegetazione arbustiva flessibile parzialmente sommersa



(da Kouwen, 2003)

Esempio 4: Vegetazione arbustiva flessibile parzialmente sommersa



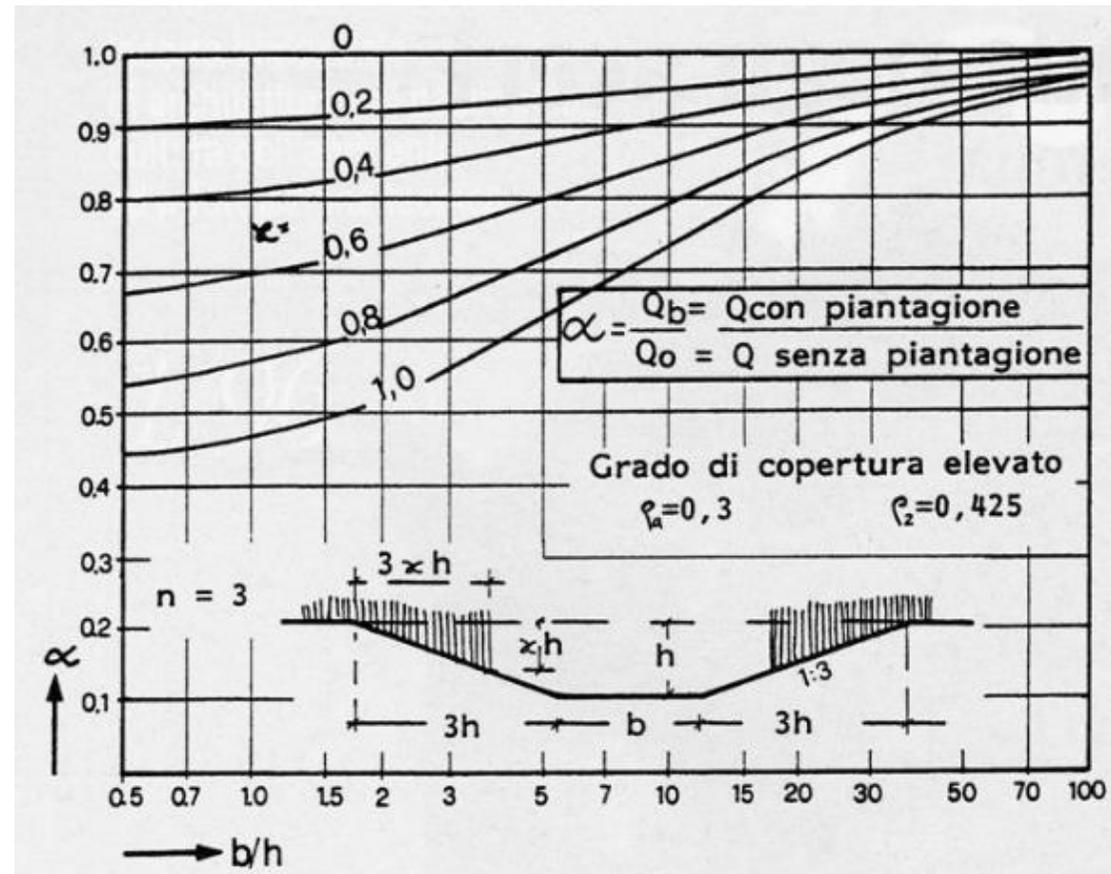
Esempio 5: Vegetazione erbacea a comportamento rigido su sponda

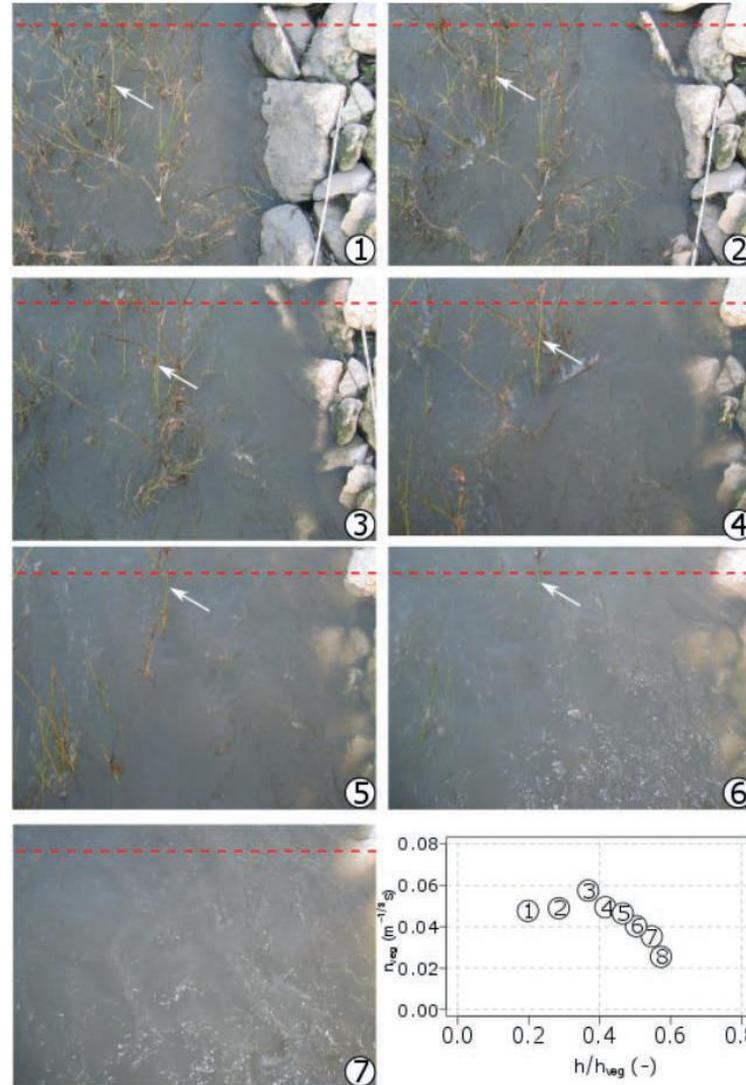
Metodo di Kauch (1984)
 sulla base delle ricerche
 condotte da Fenkel (1960)

$$Q_{veg} = \alpha Q_{non\ veg}$$

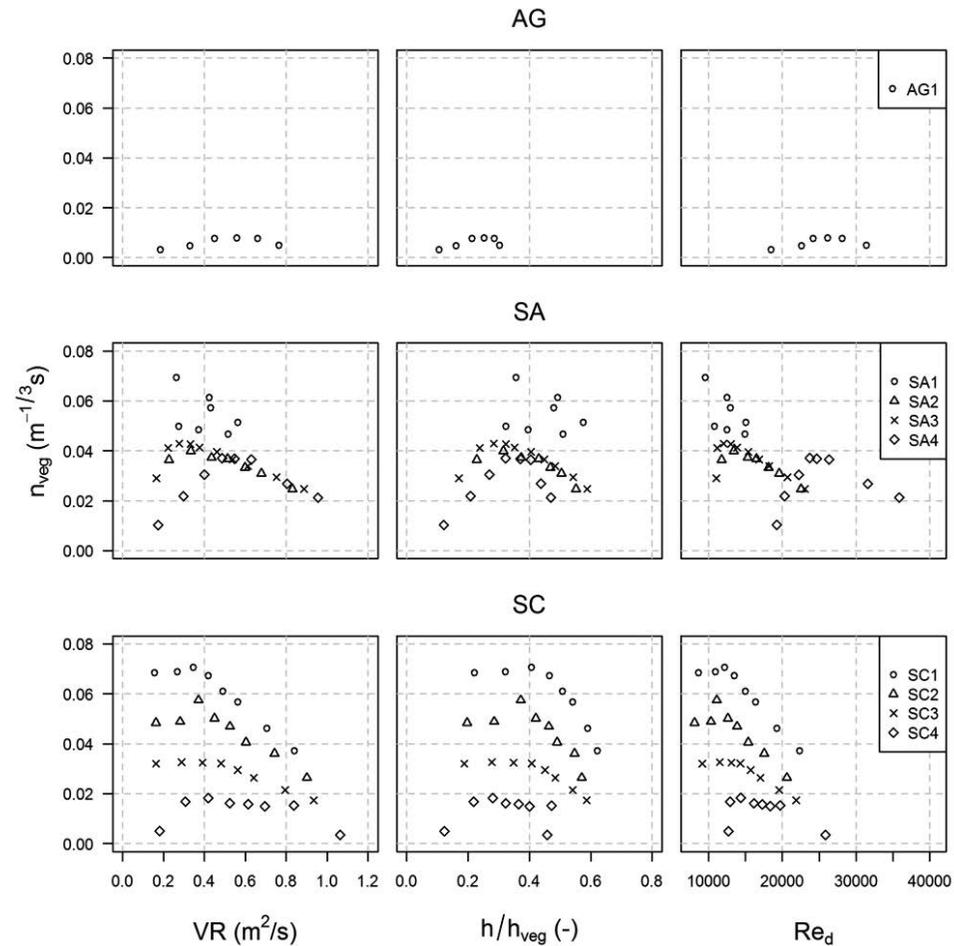
Da utilizzare:
 con piccoli rapporti di b/h e
 per piccoli corsi d'acqua e
 canali; no alvei naturali.

Densità vegetazione:
 bassa: 50 rami/m²
 alta: 100 – 200 rami/m²





Chiaradia, E.A., Gandolfi, C., Bischetti, G.B., 2019. Flow resistance of partially flexible vegetation: A full-scale study with natural plants. *Journal of Agricultural Engineering* 50, 55–65. <https://doi.org/10.4081/jae.2019.885>

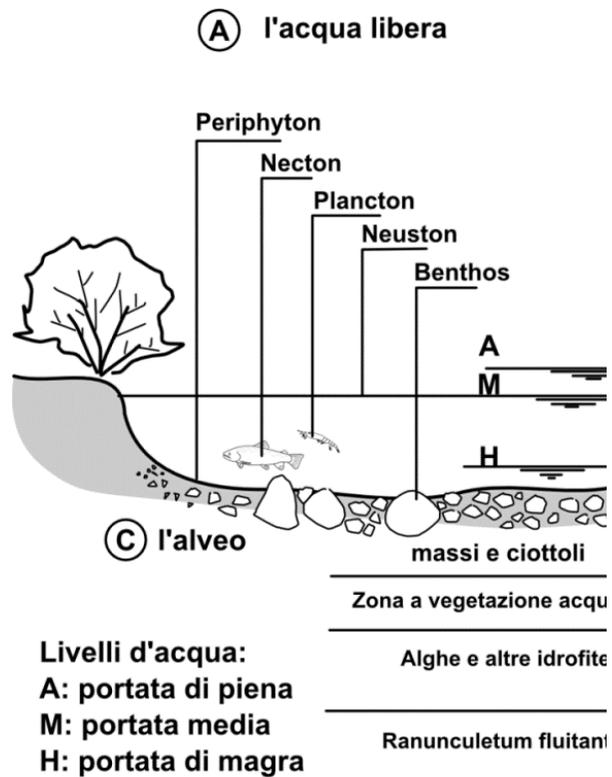


Chiaradia, E.A., Gandolfi, C., Bischetti, G.B., 2019. Flow resistance of partially flexible vegetation: A full-scale study with natural plants. *Journal of Agricultural Engineering* 50, 55–65. <https://doi.org/10.4081/jae.2019.885>

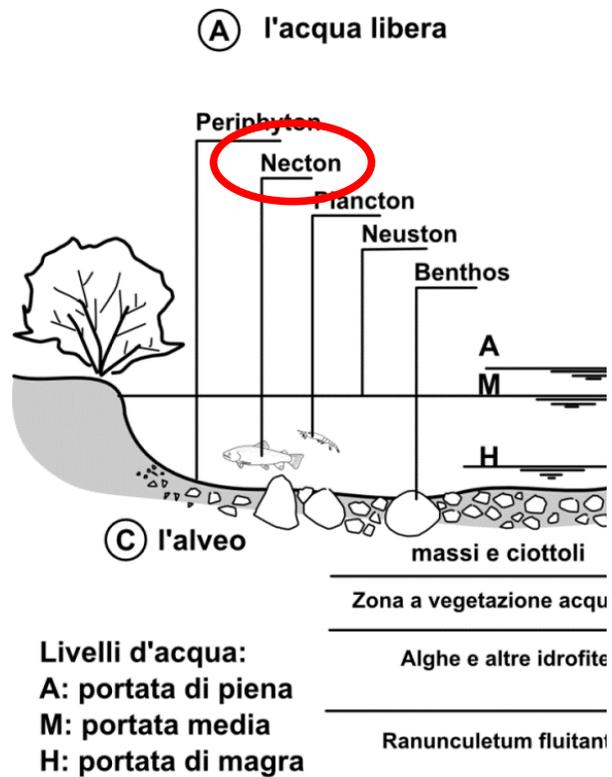
Vegetazione e ecologia dei corsi d'acqua

Ecosistema acquatico

- Gli organismi acquatici, in base alle loro abitudini trofiche, si suddividono in:

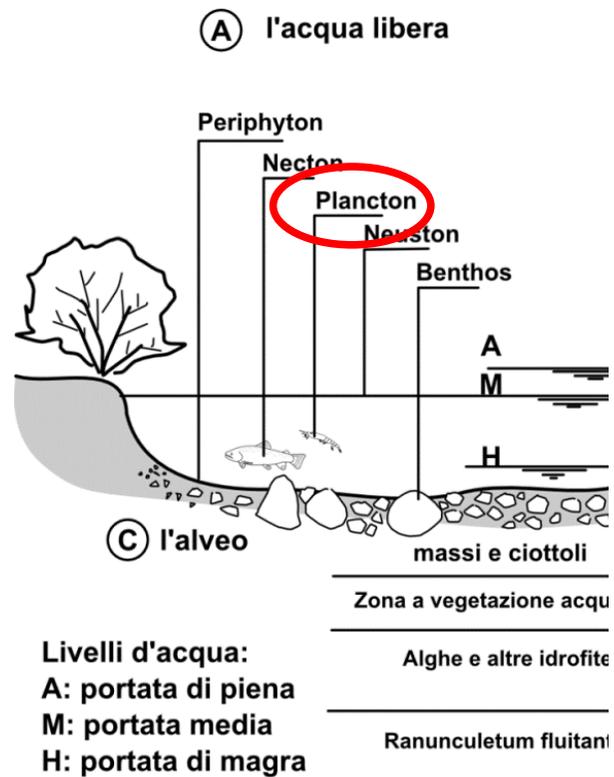


Ecosistema acquatico



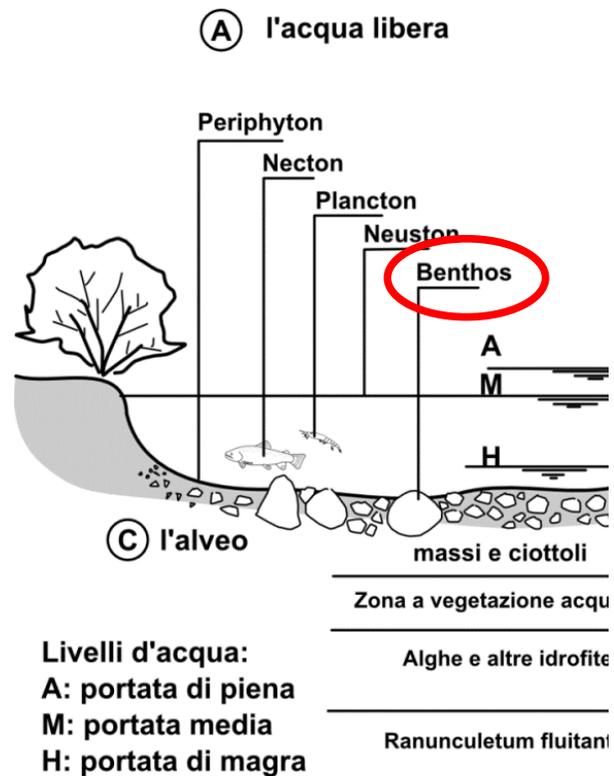
- **NECTON**: organismi in grado di muoversi liberamente anche contro corrente (ad es. pesci)

Ecosistema acquatico



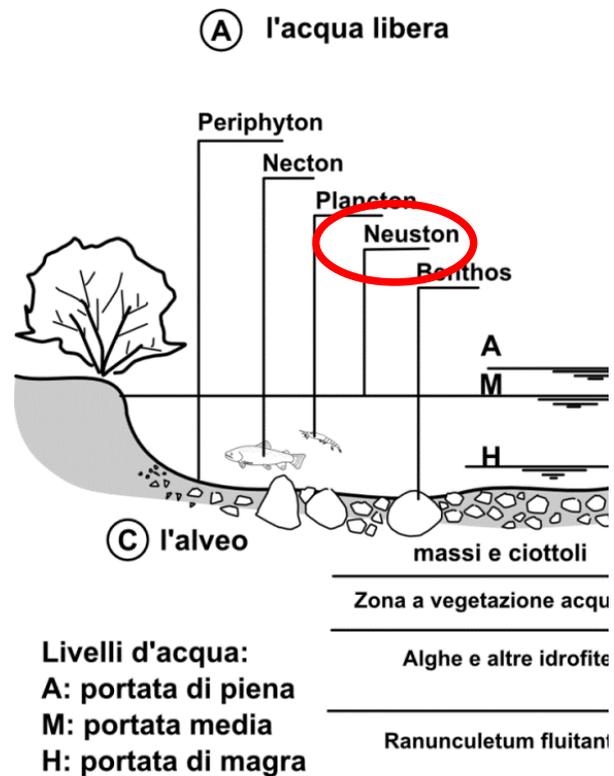
- **NECTON**: organismi in grado di muoversi liberamente anche contro corrente (ad es. pesci)
- **PLANCTON**: organismi che si muovono nell'acqua solo nel senso della corrente (diffusi negli ambienti lentic)

Ecosistema acquatico



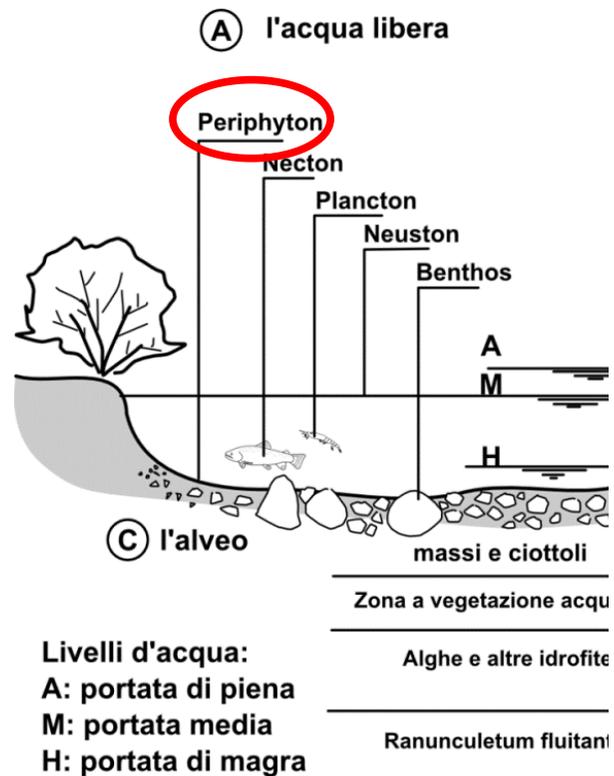
- **NECTON**: organismi in grado di muoversi liberamente anche contro corrente (ad es. pesci)
- **PLANCTON**: organismi che si muovono nell'acqua solo nel senso della corrente (diffusi negli ambienti lentic)
- **BENTHOS**: organismi che vivono sul fondo del corso d'acqua

Ecosistema acquatico



- **NECTON**: organismi in grado di muoversi liberamente anche contro corrente (ad es. pesci)
- **PLANCTON**: organismi che si muovono nell'acqua solo nel senso della corrente (diffusi negli ambienti lentic)
- **BENTHOS**: organismi che vivono sul fondo del corso d'acqua
- **NEUSTON**: organismi che vivono in prossimità della superficie liquida

Ecosistema acquatico



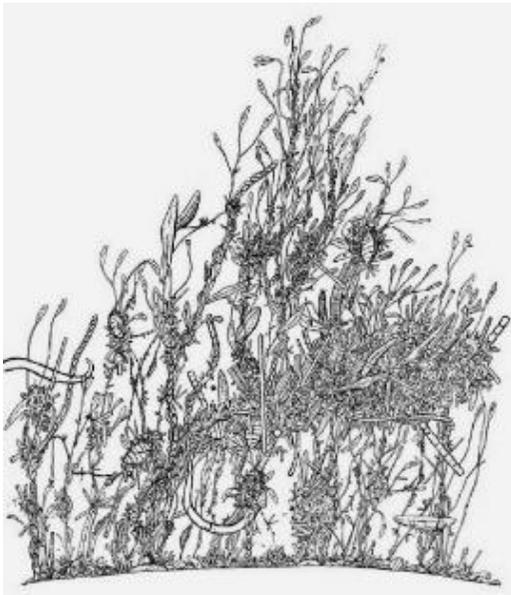
- **NECTON**: organismi in grado di muoversi liberamente anche contro corrente (ad es. pesci)
- **PLANCTON**: organismi che si muovono nell'acqua solo nel senso della corrente (diffusi negli ambienti lentic)
- **BENTHOS**: organismi che vivono sul fondo del corso d'acqua
- **NEUSTON**: organismi che vivono in prossimità della superficie liquida
- **PERIPHYTON**: organismi molto vari che vivono attaccati al substrato

Periphyton

- Alghe, batteri, funghi, protozoi, nematodi, oligocheti,... colonizzano i substrati sommersi: roccia, massi e ciottoli (*epilithon*), sedimenti molli (*epipelon*) ed i vegetali (*epiphyton*).

http://www.yuroktribe.org/departments/ytep/ytep_photo_gallery/water_qualityphotogallery.htm

<http://ripplesinc.blogspot.it/2014/02/periphyton-part-2-aufwuchs.html>



Periphyton

- È indicatore di buona qualità delle acque: un eccessivo carico organico porta a fenomeni ipertrofici



<https://www.rhs.org.uk/advice/profile?PID=162>

Briofite, epatiche e licheni

- I muschi in particolare sono il genere più rappresentato.
- Necessitano di superfici stabili e acqua ricca di CO₂ (ambienti sorgentizi)
- In genere non fungono da nutrimento per invertebrati e pesci, ma sono un importante habitat (sito per la deposizione delle uova, riducono la velocità al fondo, creano turbolenza a livello locale, forniscono rifugio, ombreggiamento ed intrappolano i detriti).



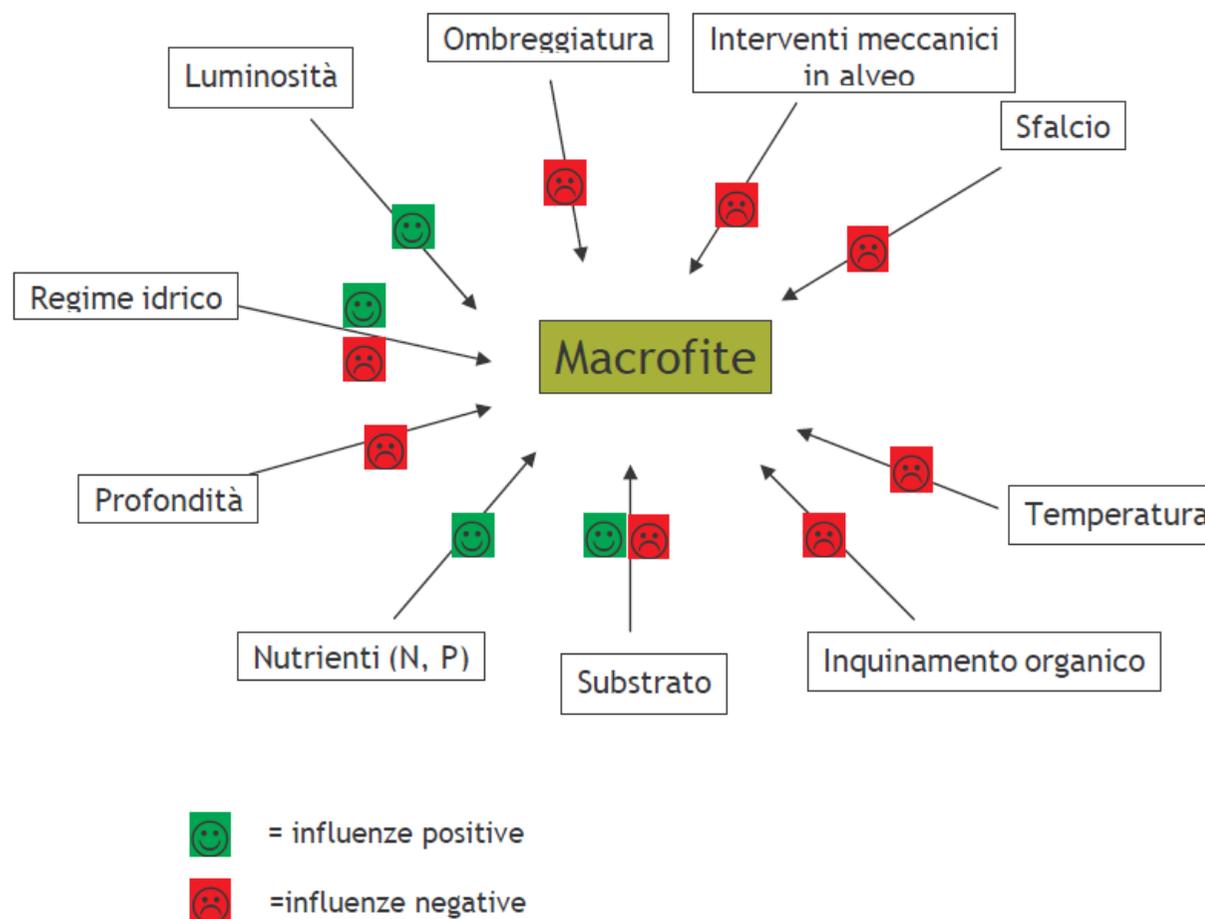
http://www.bio.miami.edu/dana/160/160S14_13print.html

Macrofite - fanerogame

- Negli ambienti lotici sono diffuse laddove le condizioni di velocità della corrente, tirante, nutrienti radiazione lo permettono: tratti medi poco vegetati (fascia delle macrofite)
- Sono produttori primari ma soprattutto fonte di habitat
- Hanno sviluppato forme di adattamento alla sommersione (resistenza ad ambienti anossici, forma delle foglie, resistenza dei fusti, riproduzione agamica)
- Presentano una distribuzione trasversale particolare in funzione della saturazione dei suoli
- Spesso associate a fenomeni di eutrofia o ad ambienti ricchi di nutrienti

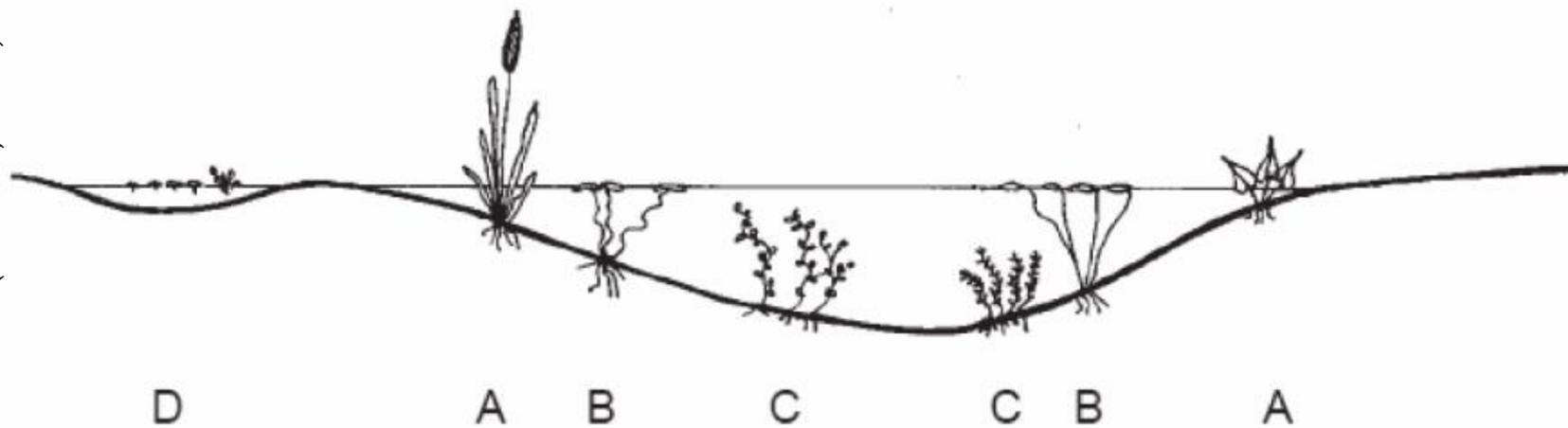
Macrofite: fattori limitanti

Metodologie analitiche della componente vegetazionale negli ambienti di acque correnti (Macrofite) AA. VV., 2004



Macrofite: distribuzione trasversale

Metodologie analitiche della componente vegetazionale
 negli ambienti di acque correnti (Macrofite) AA. VV., 2004



A = radicate emergenti

B = radicate flottanti

C = radicate sommerse

D = non radicate flottanti

Macrofite – esempi di ...



◀ Pianta radicata emergente – A (Sagittaria sagittifolia)

▶ Pianta radicata flottante sul bordo - B (Potamogeton perfoliatus)



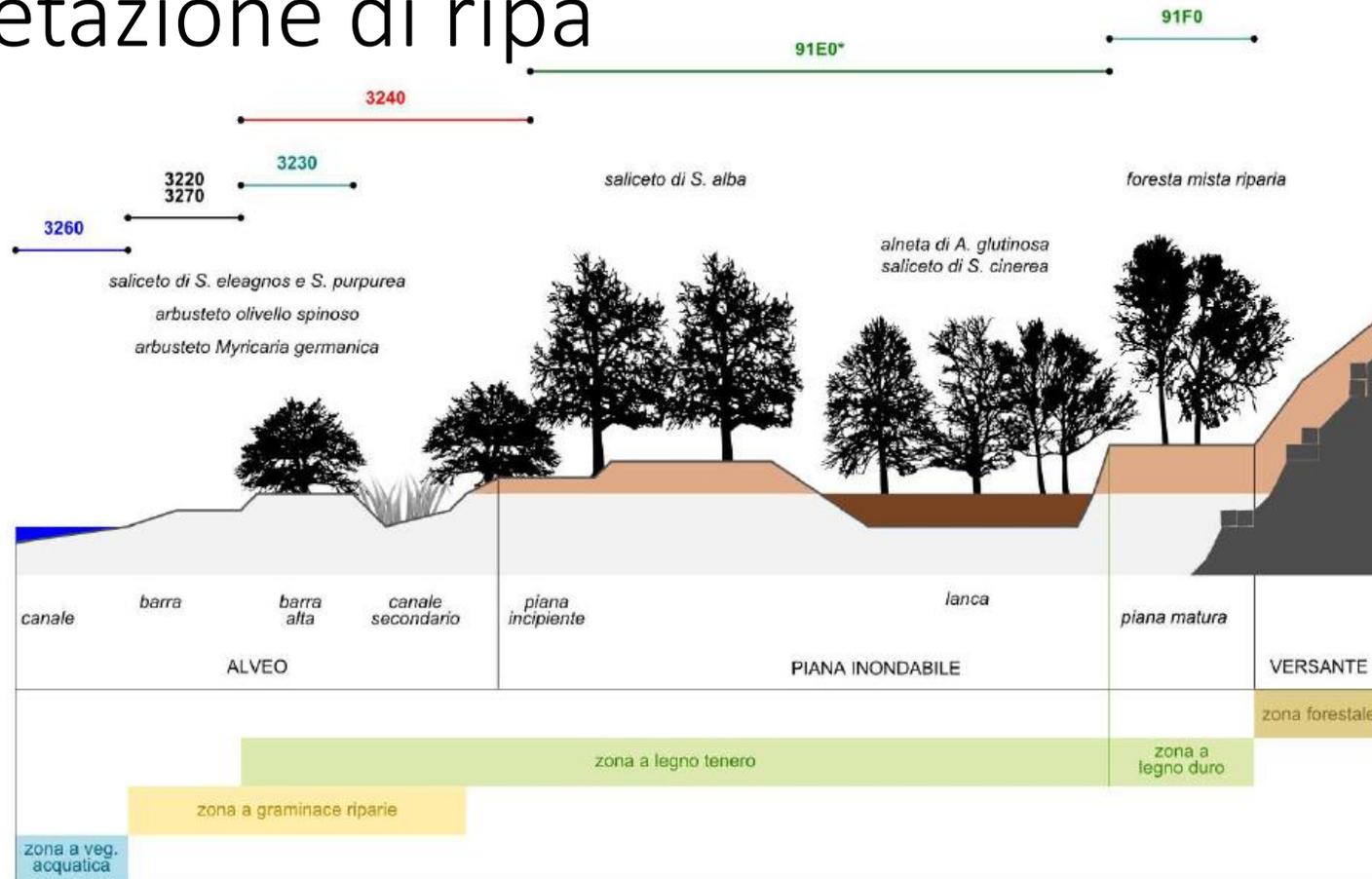
◀ Pianta radicata sommersa al centro (Ceratophyllum demersum)

▶ Pianta non radicata flottante - D (Lemna minor)

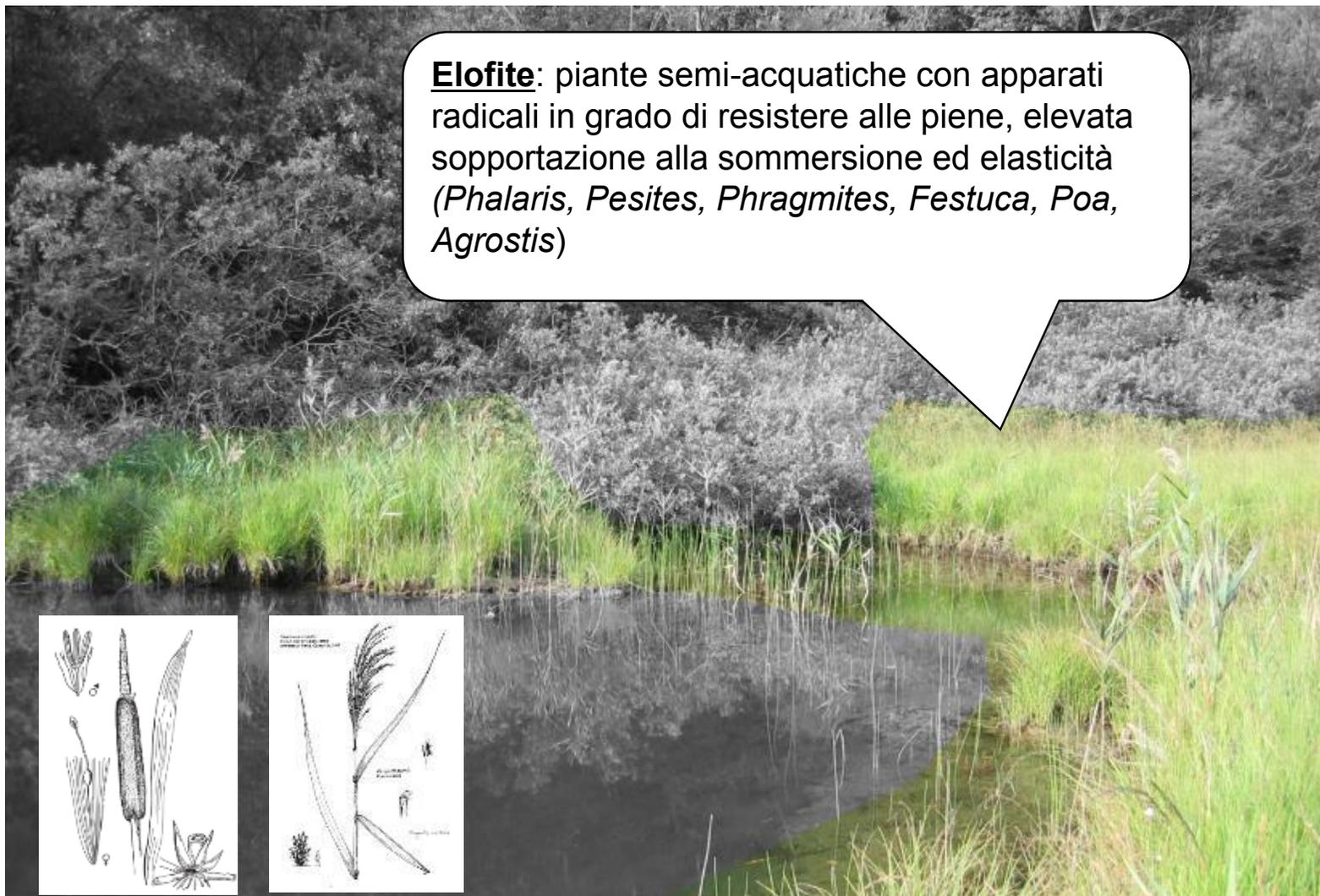


Vegetazione di ripa

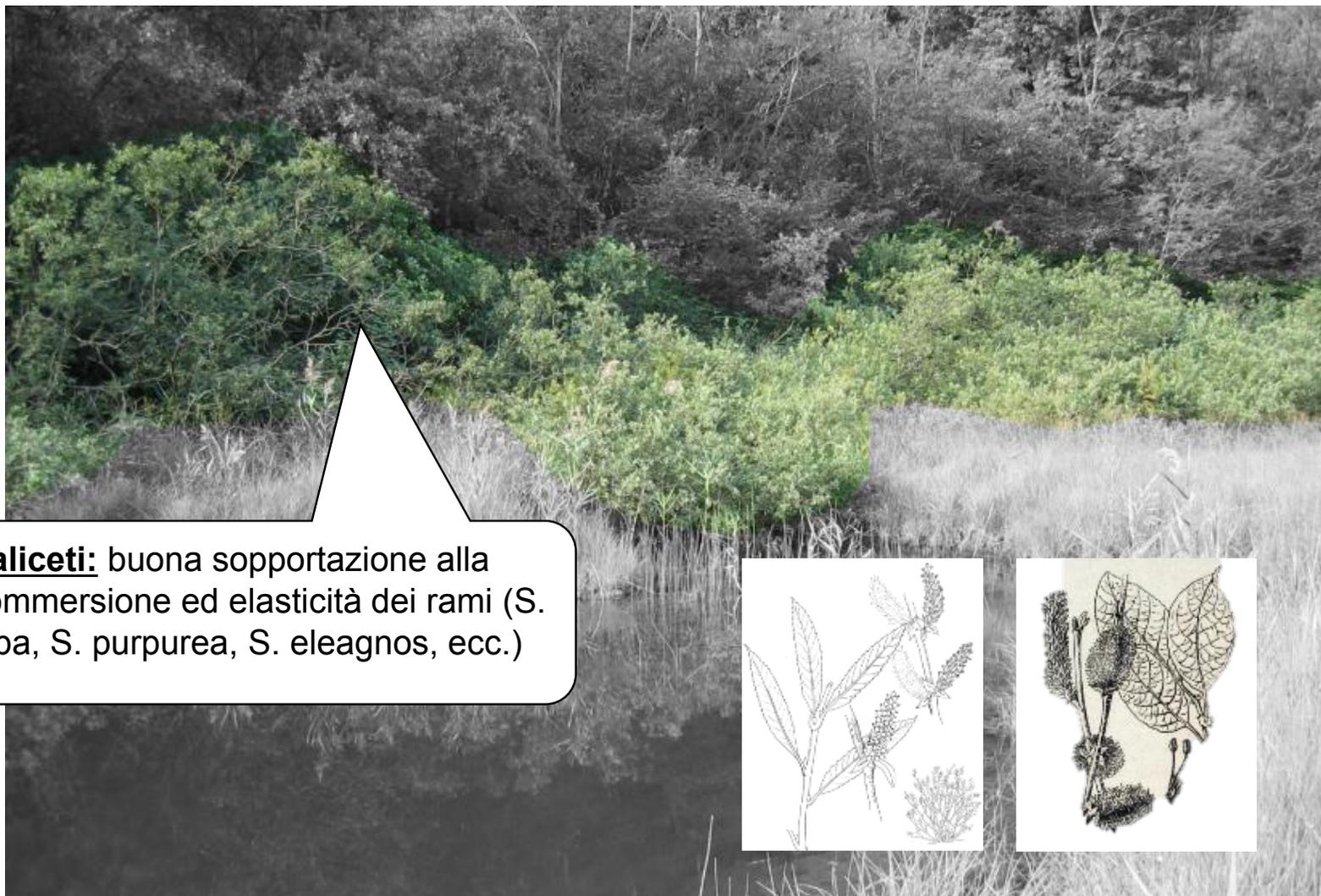
AZIONE A7
 Linee guida per la gestione della
 vegetazione lungo i
 corsi d'acqua in Provincia di Trento



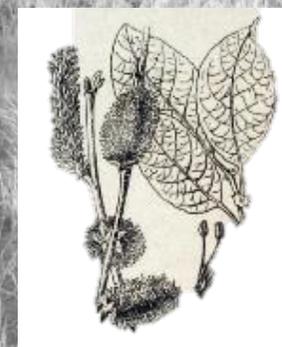


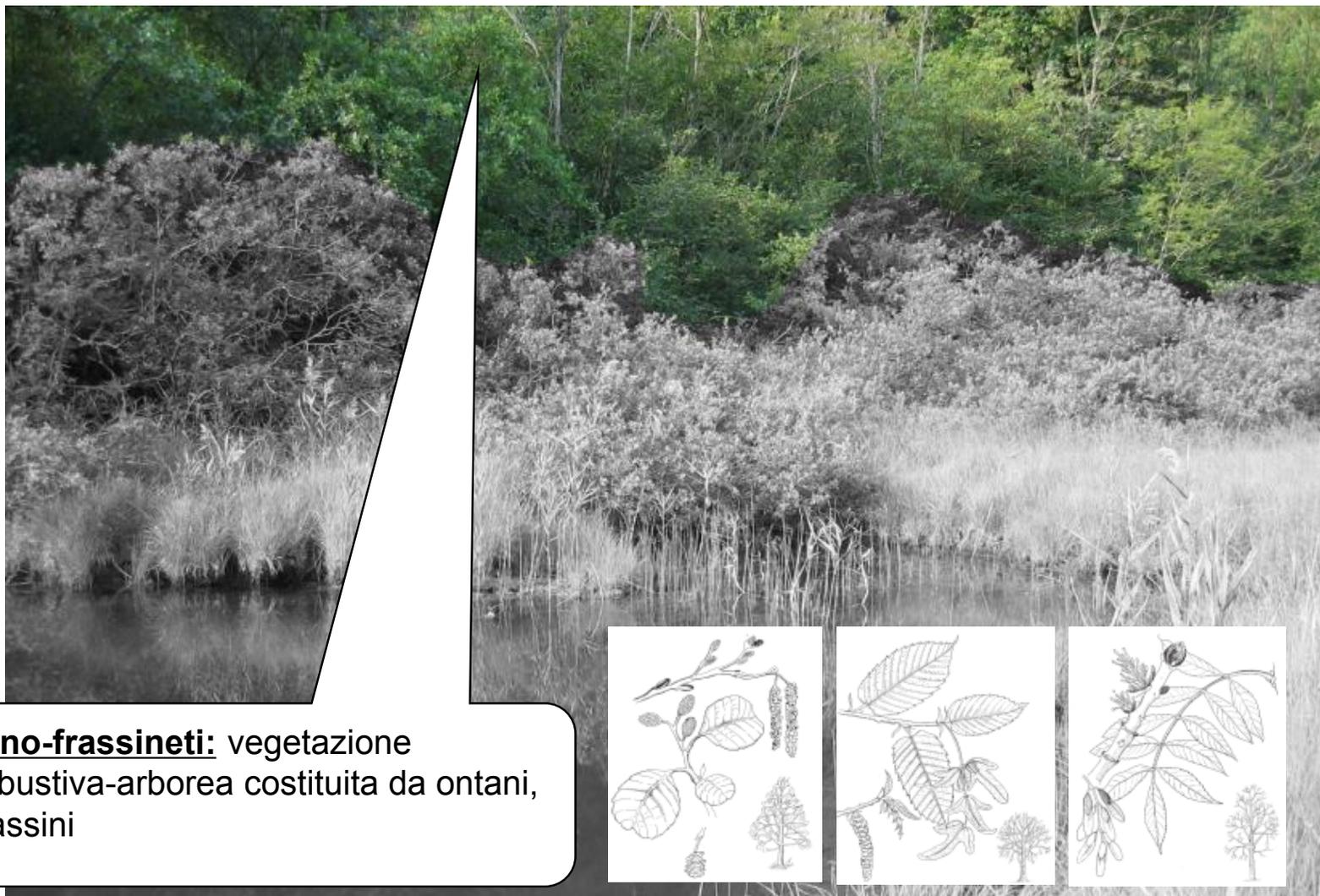


Elofite: piante semi-acquatiche con apparati radicali in grado di resistere alle piene, elevata sopportazione alla sommersione ed elasticità (*Phalaris, Pesites, Phragmites, Festuca, Poa, Agrostis*)



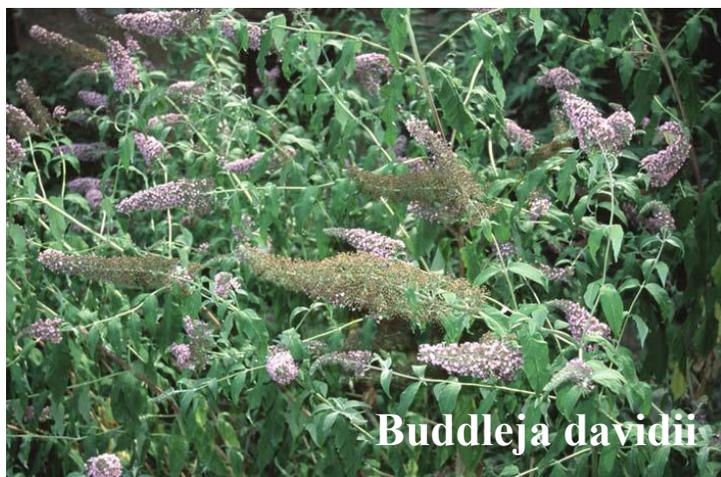
Saliceti: buona sopportazione alla sommersione ed elasticità dei rami (S. alba, S. purpurea, S. eleagnos, ecc.)





Alno-frassineti: vegetazione arbustiva-arborea costituita da ontani, frassini

Specie invasive

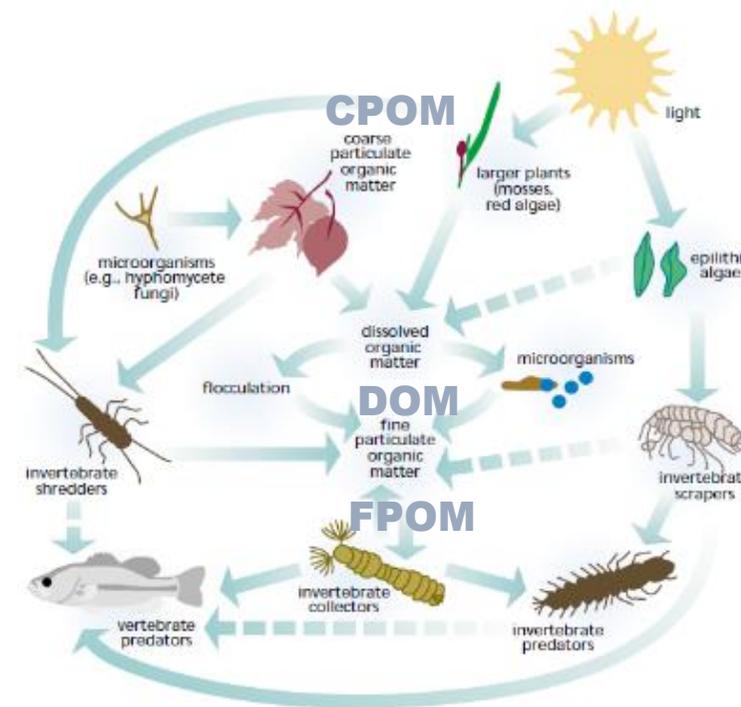


Altre specie invasive: ailanthus altissima, Robinia Pseudoacacia, Ambrosia artemisiifolia, Amorpha fruticosa, Impatiens spp., Helianthus tuberosus, ...

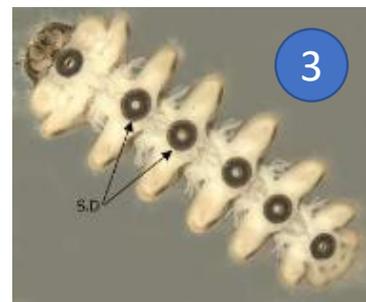
AA.VV. (2008) Indirizzi per la gestione dei boschi ripari e montani. Quaderni di tutela del territorio n. 2 Regione Piemonte.



1. Sorgente di nutrimento



DOM	Dissolved Organic Matter	S.O. disciolta	<0.45 µm
FPOM	Fine Particulate Organic Matter	S.O. particellare fine	0.45 µm – 1.0 mm
CPOM	Coarse Particulate Organic Matter	S.O. particellare grossolana	> 1.0 mm



1	Frammentatori (shredders)	Limnephilidae	http://user.uni-frankfurt.de/~streit/Fotos_Organisms.htm
2	Collettori (collectors)	Ephemera danica	http://www.royal-flyfishing.com/cms/front_content.php?idcat=158
3	Pascolatori (grazers)	Dittero Blephariceridae	http://www.mdfrc.org.au/bugguide
4	Raschiatori (scrapers)	Efemerottero raschiatore -	http://www.aquaticinsect.net/portfolio/mayfly-larvae-ephemeroptera

1. Sorgente di nutrimento

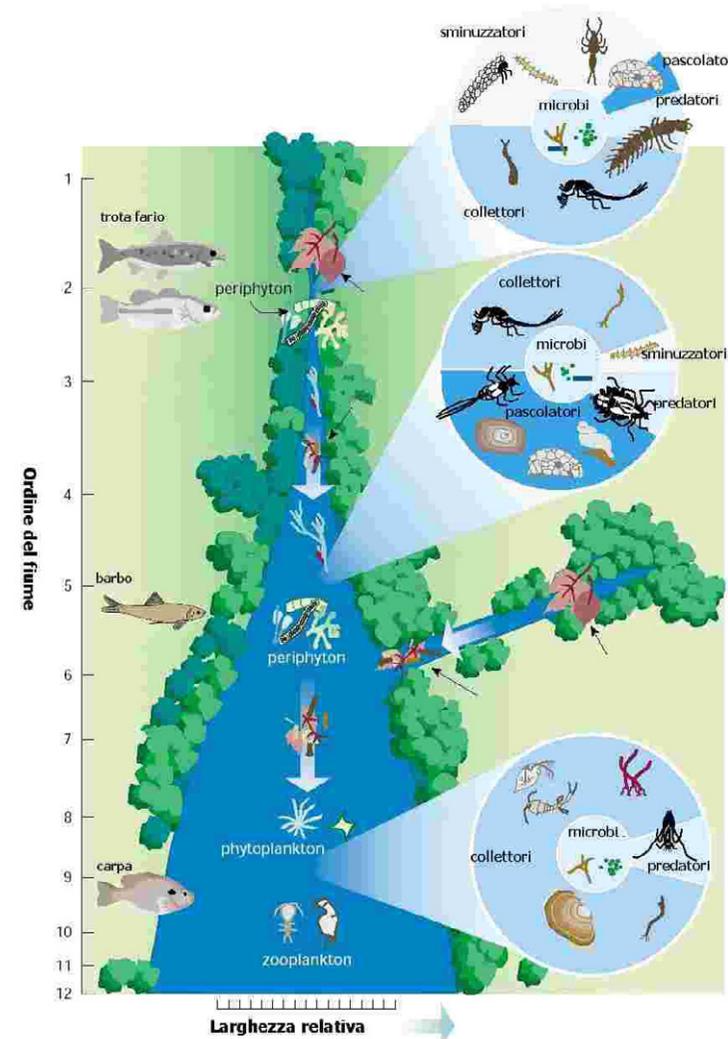
- I macroinvertebrati assumono un ruolo fondamentale nell'espletamento e della regolazione dei processi ecosistemici potamali!
- I macroinvertebrati vengono quindi classificati secondo la loro abitudini alimentari in Frammentatori, Collettori, Pascolatori , Raschiatori e Predatori.



1. Sorgente di nutrimento

River continuum concept:

Descrive il sistema idrografico come un “continuum” ecologico in termini longitudinali (dalla sorgente alla foce) seguendo le caratteristiche fisiche degli alvei (larghezza, profondità, velocità della corrente, granulometria del fondo, ecc.) e dell’acqua (temperatura, sostanza organica, ecc.), e mettendo in evidenza le relazioni tra i diversi ambiti.



2. Controllo della temperatura dell'acqua:

La vegetazione riduce le escursioni termiche, rendendo gli habitat più stabili e adatti ad ospitare le specie animali.

Il controllo delle temperature mantiene alti i livelli di ossigeno disciolto nelle acque

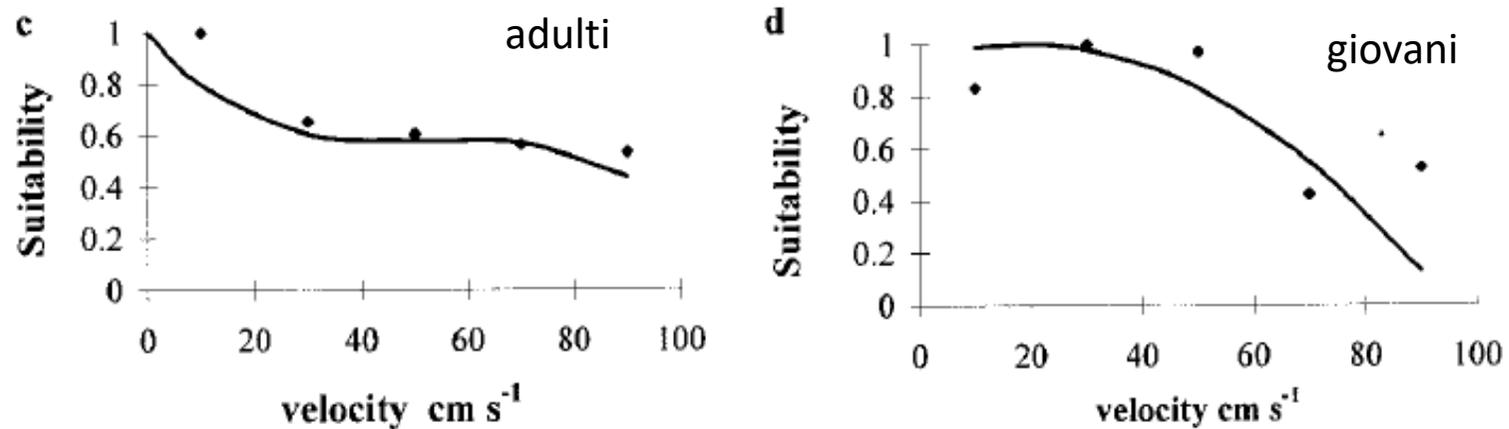
Una minore radiazione solare riduce gli effetti eutrofici



<http://ccesuffolk.org/marine/habitat/ee-lgrass-restoration-and-monitoring>

3. Controllo della velocità della corrente:

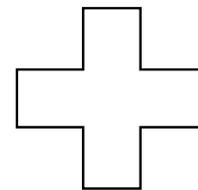
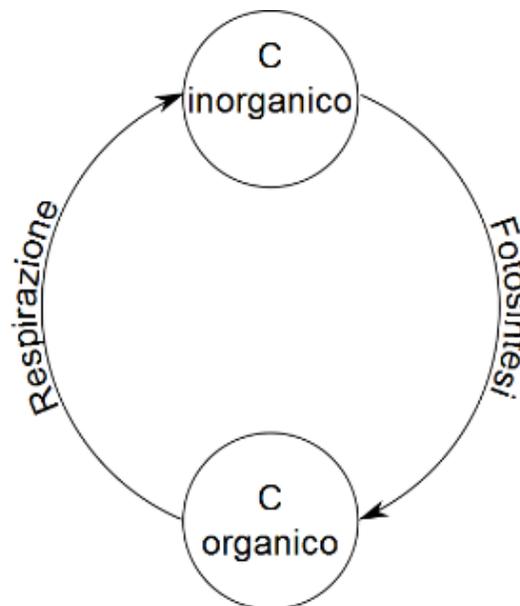
La velocità della corrente è un fattore di crescita delle specie animali e vegetali ed in particolare dei pesci con effetti diversi a seconda dello stadio di sviluppo



Vismara, R., Azzellino, A., Bosi, R., Crosa, G., Gentili, G., 2001. Habitat suitability curves for brown trout (*Salmo trutta fario* L.) in the River Adda, Northern Italy: comparing univariate and multivariate approaches. *Regulated Rivers: Research & Management* 17, 37–50.

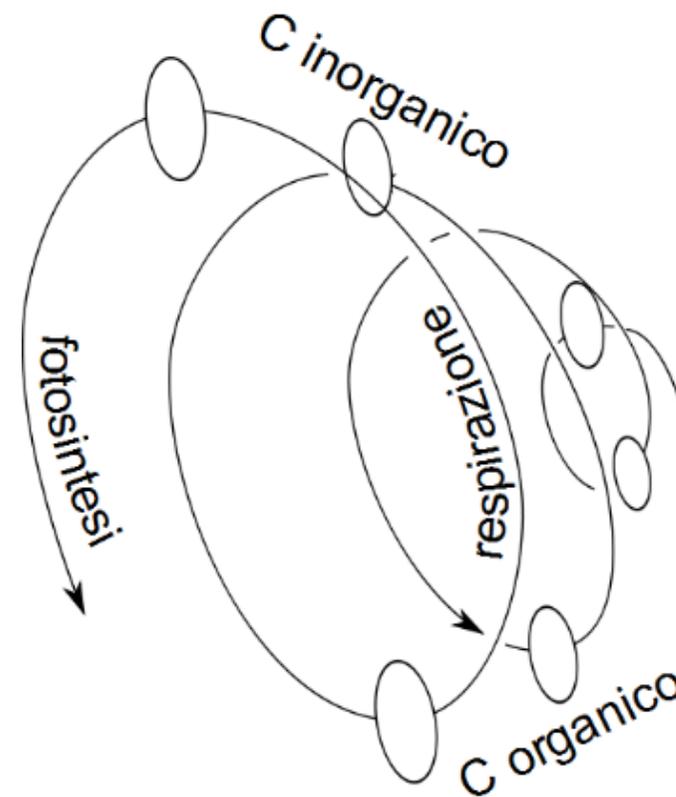
4. Riduzione degli inquinanti

- Il ciclo del carbonio (come degli altri nutrienti) è condizionato da un ambiente in continuo movimento a causa dei normali processi di deflusso.



4. Riduzione degli inquinanti

- la somma dei processi è ben rappresentata da una spirale.



4. Riduzione degli inquinanti

- Più piccolo è il diametro della spira e più veloce è il tasso di riciclo; la distanza tra le spire indica la distanza a valle del trasporto.

	MECCANISMI		CICLIZZAZIONE		RISPOSTA DELL'ECOSIST. ALL'AGGIUNTA NUTRIENTI	STABILITÀ ECOSISTEMA
	RITENZIONE	ATTIVITÀ	TASSO DI	DISTANZA FRA LE SPIRE		
A)	ALTA	ALTA	VELOCE	CORTA	CONSERVATIVO (I>E)	ALTA
B)	ALTA	BASSA	LENTO	CORTA	ACCUMULATORE (I>E)	ALTA
C)	BASSA	ALTA	VELOCE	LUNGA	CONSERVATIVO INTERMEDIO <A >D	BASSA
D)	BASSA	BASSA	LENTO	LUNGA	ESPORTATORE (I=E)	BASSA

tasso di riciclagg.
distanza fra spire

5. Habitat

- Substrati ricchi di vegetazione (viva o morta) forniscono sia substrato di crescita che cibo.



http://www.mde.state.md.us/programs/Water/WetlandsandWaterways/AboutWetlands/Pages/Programs/WaterPrograms/Wetlands_Waterways/about_wetlands/aquatic.aspx

Ecosistema acquatico: fattori d'influenza

Vegetazione riparia

Influenza il regime termico
del corso d'acqua,
fornisce riparo, e
nutrimento.



6. Connessione ecologica

**La vegetazione e l'intero sistema
potamale costituisce una via
ecologica preferenziale**

I corridoi fluviali

I corridoi fluviali assolvono a diverse funzioni:

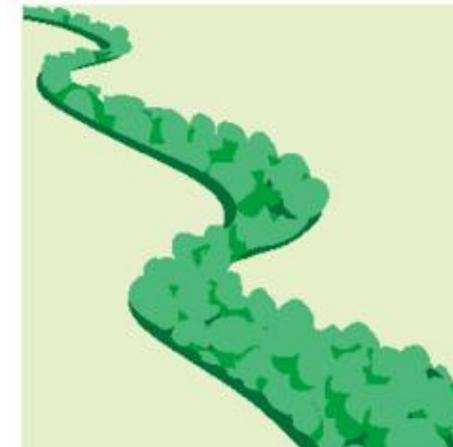
- Trasporto: esso può essere di varia natura e può coinvolgere acqua, sedimenti, organismi viventi, materiale organico, sostanze tossiche o nutrienti, favorendo il loro spostamento sia in direzione longitudinale che trasversale.



I corridoi fluviali

... trasporto,

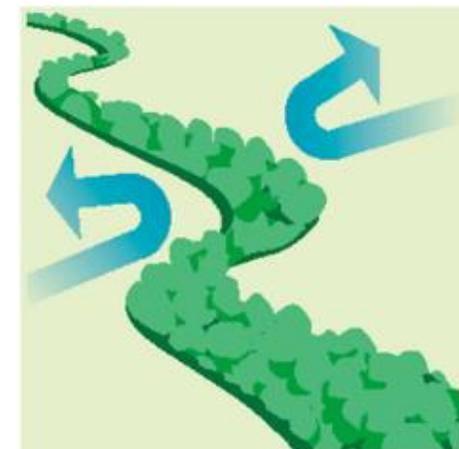
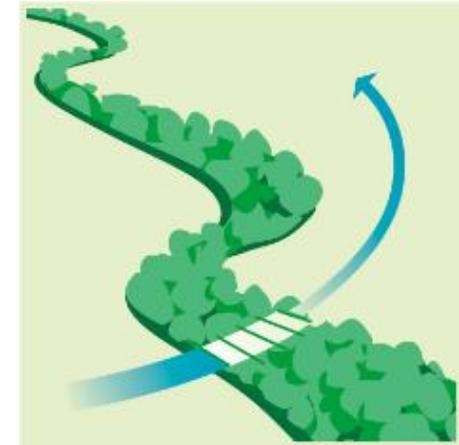
- Habitat, per piante ed animali che nell'area del corridoio nascono, crescono e si riproducono. L'effettivo instaurarsi di tale livello di biodiversità dipende tuttavia dalla qualità, dalla diversificazione e dall'estensione del corridoio stesso. Questa funzione, assieme a quella di trasporto permette la connessione di porzioni di territorio più o meno distanti tra loro con importanti ripercussioni di tipo ecologico sulle popolazioni animali e vegetali



I corridoi fluviali

... trasporto, habitat,

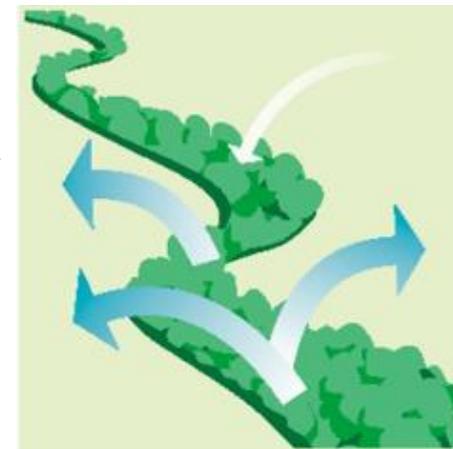
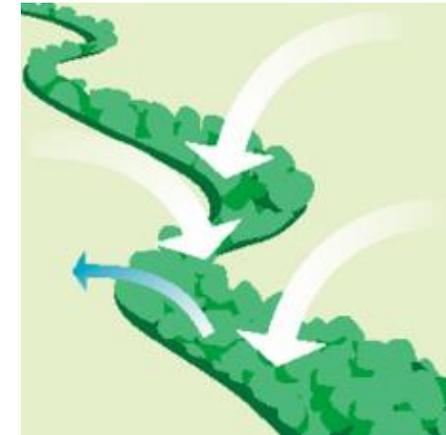
- Filtro e Barriera, come per la funzione di trasporto anche questa caratteristica dei corridoi può interessare diversi aspetti e riguardare sostanze (detriti o inquinanti), organismi viventi, deflusso di portata liquida (laminazione delle piene) o solida



I corridoi fluviali

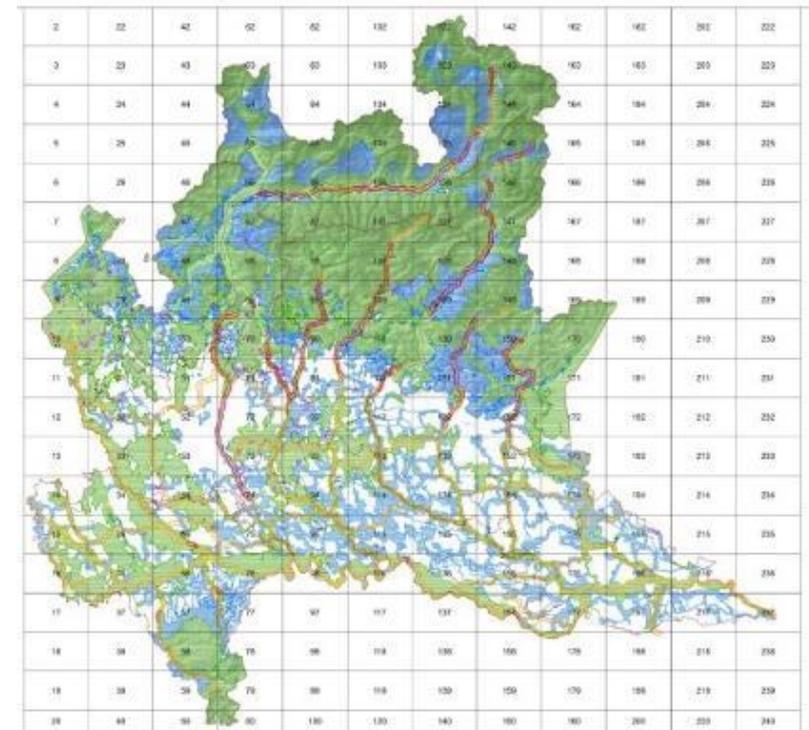
... trasporto, habitat, filtro e barriera,

- Sink e Source ovvero “pozzo” e “sorgente”; tale funzione riguarda il territorio circostante in quanto il corridoio è in grado di “esportare” sostanze e organismi viventi (aspetto non sempre gradito nel caso della propagazione di specie vegetali infestanti o di specie animali dannose) e al contempo di “immagazzinare” sostanze, come ad esempio la fissazione dell’anidride carbonica da parte delle piante



Le reti ecologiche

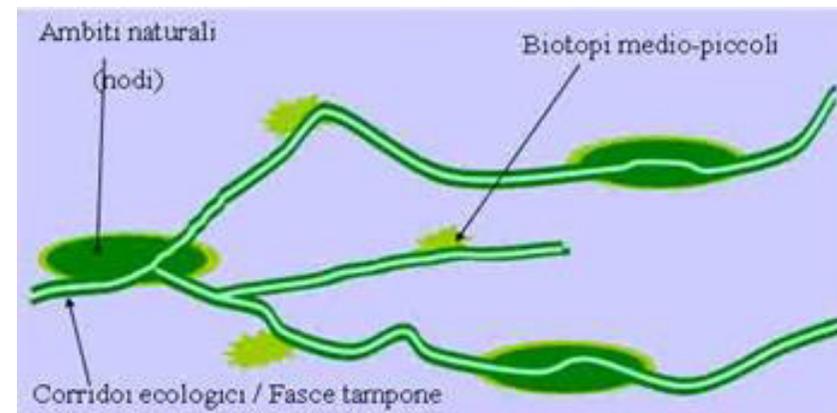
- Le reti ecologiche sono costituite da un sistema formato **dalle unità ecosistemiche naturali residue e paranaturali** derivanti dalla frammentazione causata dall'attività antropica, connesse in maniera funzionale e attiva, in modo da garantire quella continuità dell'habitat che è condizione fondamentale per il mantenimento della biodiversità in un dato territorio (Malcevschi et al., 1996).



<http://flanet.org/it/553/progetto/rete-ecologica-regionale>

Le reti ecologiche

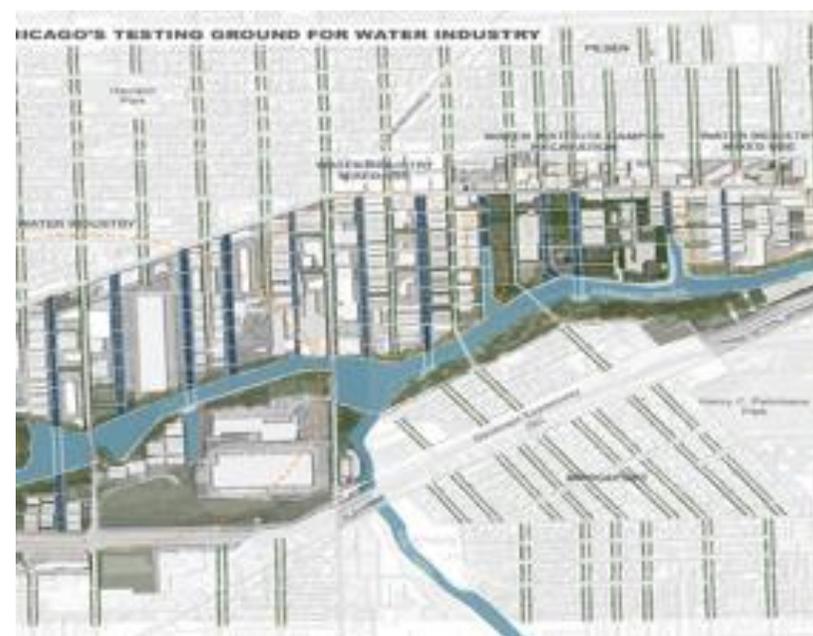
- La frammentazione degli habitat naturali rappresenta il primo fattore di rischio.
- E' necessario che specie animali e vegetali siano in grado di diffondersi in una matrice territoriale banalizzata dalle pressioni antropiche.
- Ciò può essere fatto mediante la creazione di fasce tampone (buffer zones) e corridoi ecologici ovvero strisce di territorio in grado di mantenere un discreto livello di connessione tra i nodi principali (core areas) e i biotopi medio-piccoli (stepping zones)



Le reti ecologiche

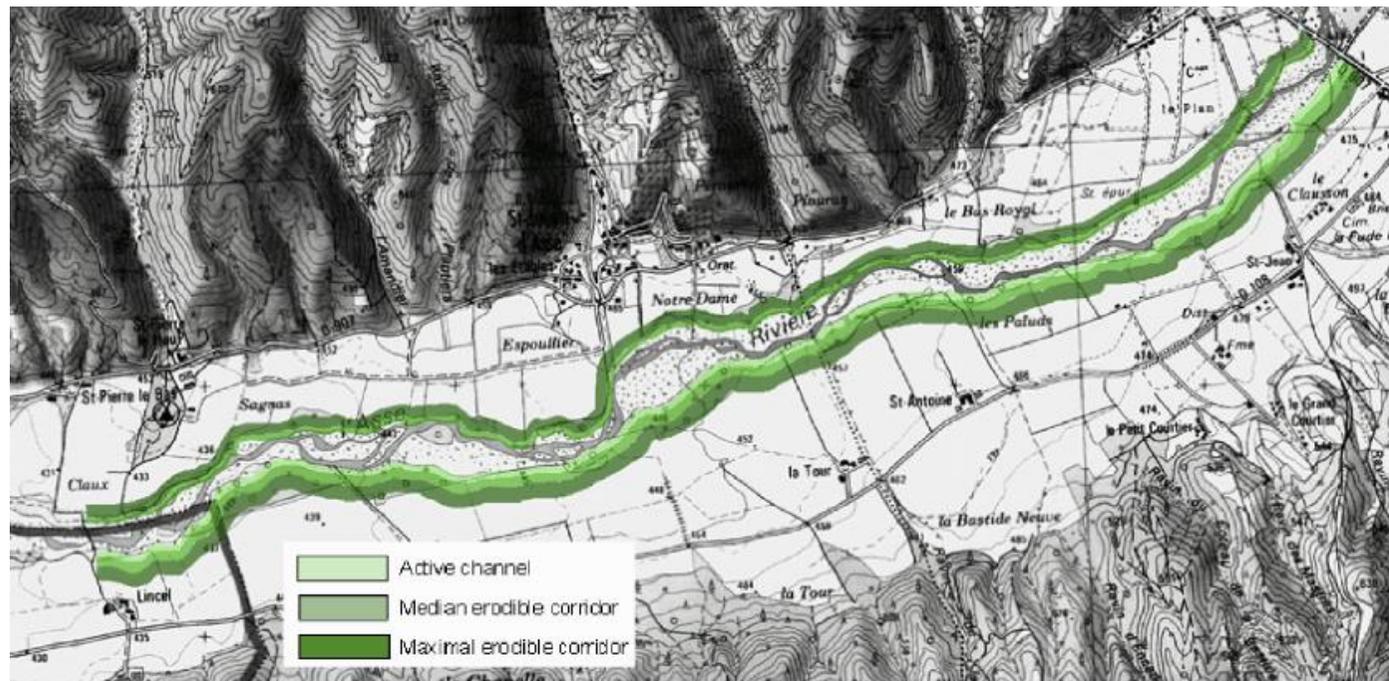
- Tutti gli elementi lineari che caratterizzano il territorio possono essere o diventare dei corridoi ecologici (con limiti e potenzialità specifiche caso per caso ...)
- Alcuni casi sono:
 1. sistemi di siepi;
 2. fasce arboree e arbustive legate a infrastrutture lineari;
 3. corridoi lineari di vegetazione erbacea in matrice arborea;
 4. **corsi d'acqua naturali ed artificiali**

<http://www.asla.org/2012studentawards/168.html>



Vegetazione e manutenzione dei corsi d'acqua

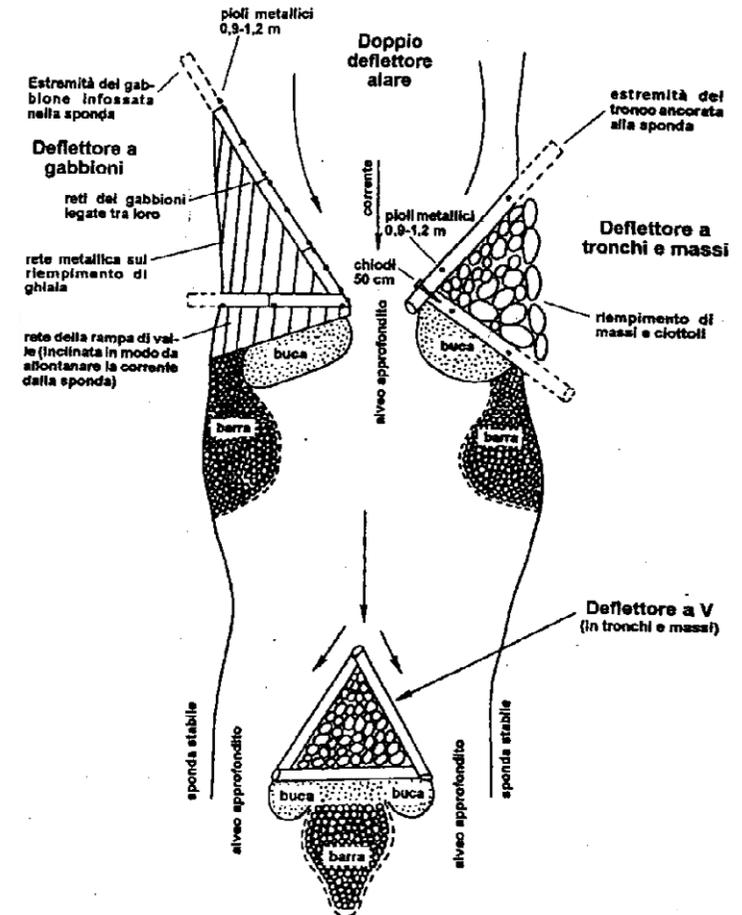
- Spazio di libertà (Espace de Liberté) o territorio fluviale (Fluvial Territory concept) corridoio erodibile (Erodible Corridor) (Francia) Spazio di manovra del fiume (Bavaria), zona di migrazione del canale (Channel migration zone, CMZ) streamway (US) rappresenta l'area in cui si espletano le funzione di erosione/trasporto ovvero quella fascia in cui il fiume può erodere, depositare, inondare e sviluppare interazioni tra il canale, le sponde, la piana inondabile e la zona iporreica.



From Piegay et al 2005

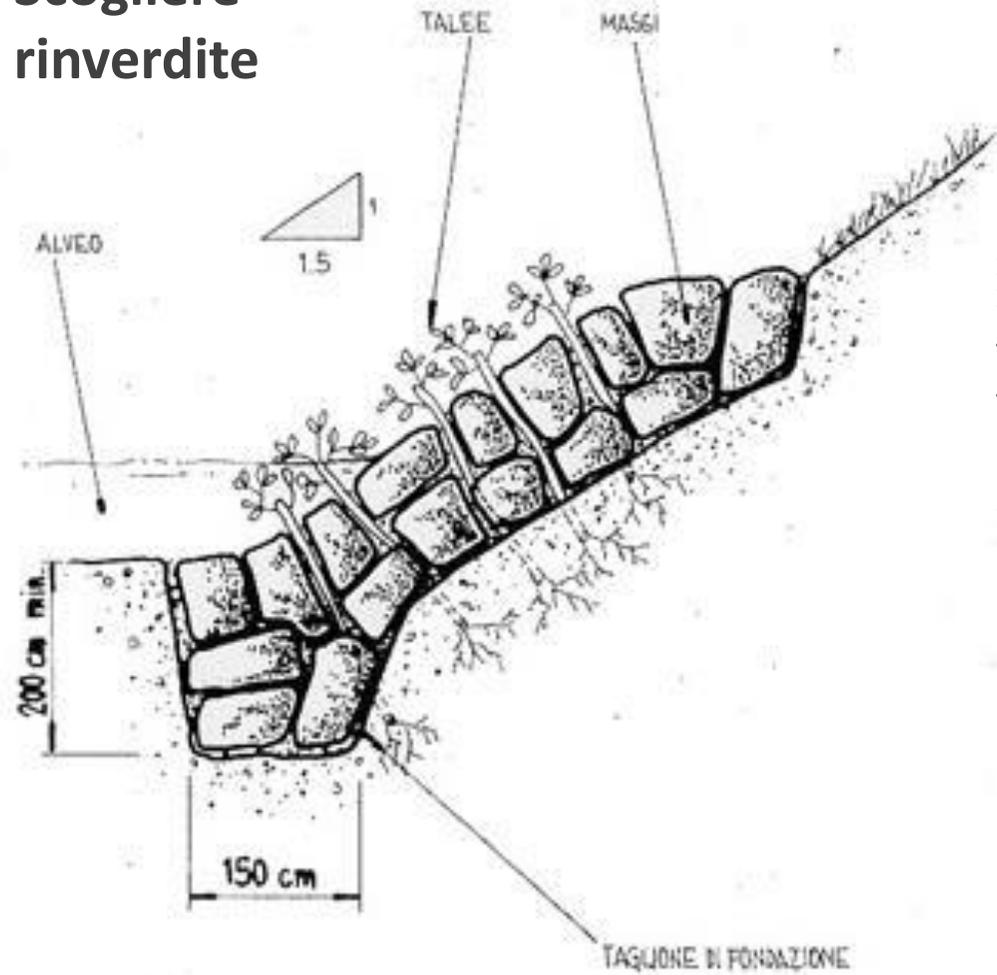
- Inserimento di strutture in legno per creare variabilità morfologica

Progettazione e realizzazione di opere idrauliche ittiocompatibili e di interventi di miglioramento dell'habitat

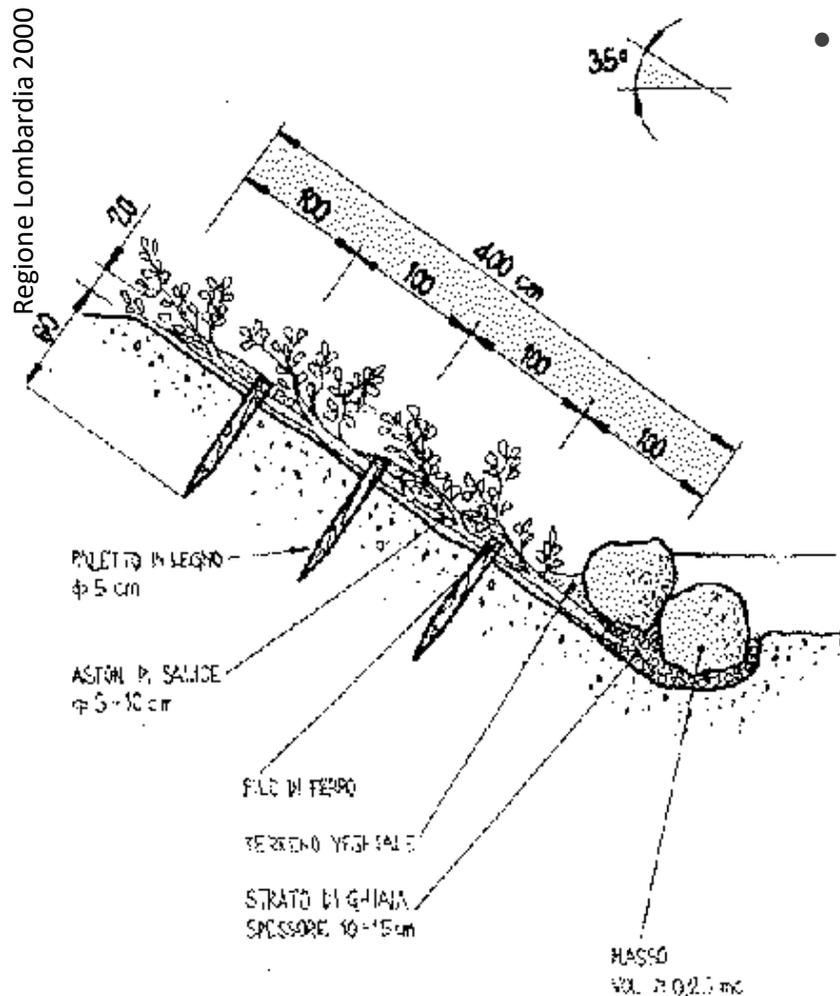




Scogliere rinverdite



Regione Lombardia 2000

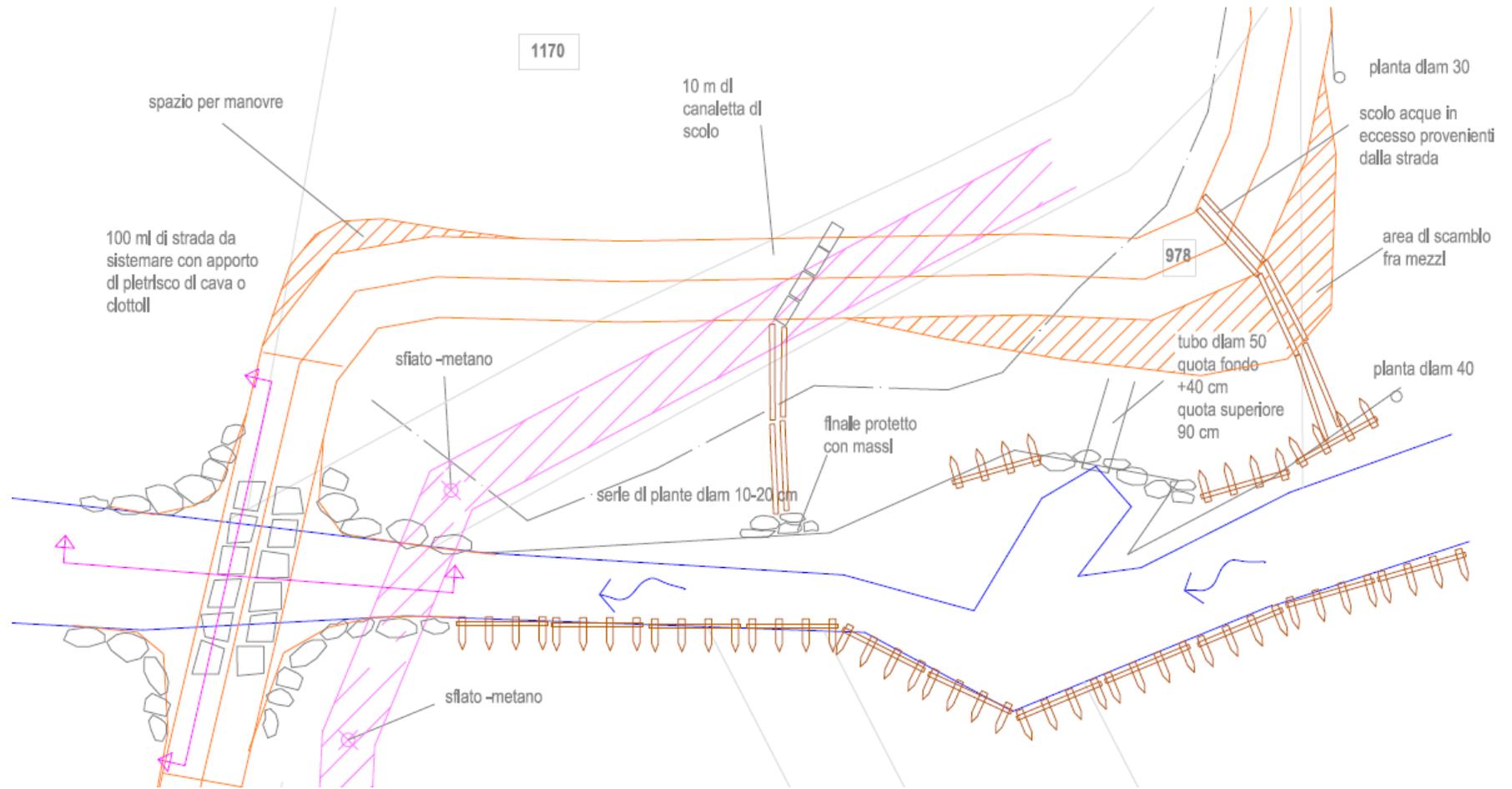


- Caso di insuccesso: il piede dell'opera, se sommerso per lungo periodo non vegeta correttamente; i tagli di contenimento della vegetazione vanno programmati al massimo ogni 2-3 anni. Opera poco adatta al caso dei canali rurali (vedi sotto).

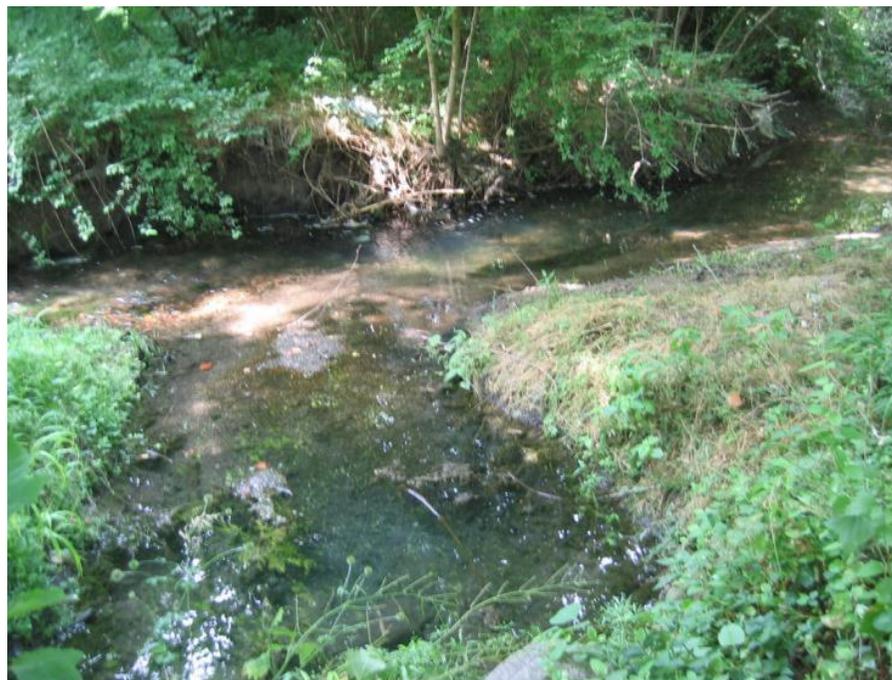


- Fasi di realizzazione





Stato di progetto



Prima dell'intervento



Febbraio 2007



Maggio 2007



Agosto 2007



Marzo 2012

- Log steps



Trappole per il trasporto legnoso



Contenuti di un piano di manutenzione:

- Inquadramento spaziale e temporale
- Individuazione di tratti omogenei (sulla base degli elementi di discontinuità morfologica, idrologica e idraulica principali)
- Analisi delle cenosi attuali
- Individuazione delle forme erosive in atto
- Valutazione degli effetti della vegetazione sulla capacità idraulica della sezione e stabilità dell'alveo
- Individuazione delle situazioni di criticità
- Definizione degli obiettivi funzionali
- Formulazione degli interventi
- Assegnazione delle priorità
- Pianificazione delle operazioni di gestione della vegetazione

• Inquadramento vegetazionale



STURA DI LANZO - TRATTA 5 - Scala 1:15.000

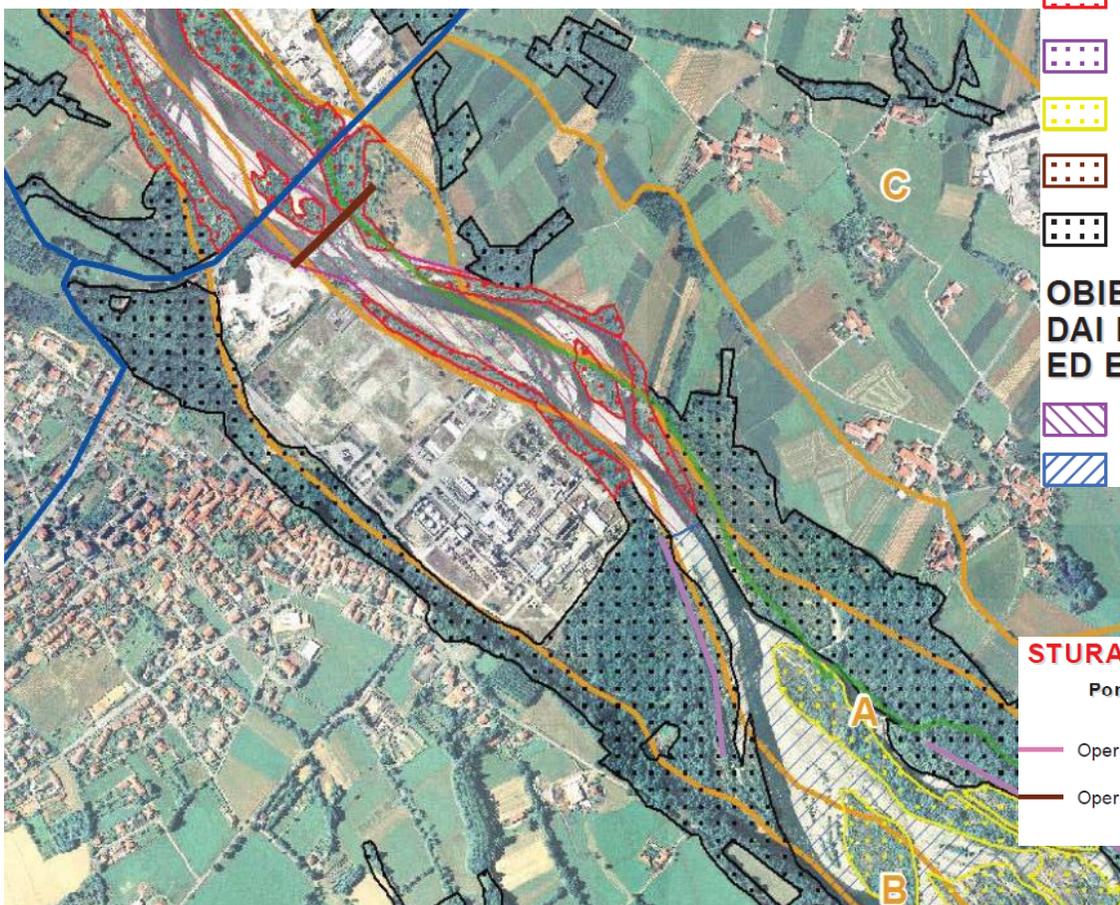
Ponte di Robassomero - Cascina Francia di Caselle

 Limiti comunali	 Partite Speciali acque
 Tratte omogenee	 Aree stralciate da Partite Speciali
 Uso del suolo	 Proprietà comunali
 Limite fascia 'A' PAI	 Altre proprietà pubbliche

Categorie di uso del suolo

- AF - Acero - Tiglio - Frassineti
- AL - Arboricoltura da legno
- AN - Alneti planiziali e montani
- AQ - Acque
- BS - Boscaglie pioniere d'invasione
- CA - Castagneti
- CB - Cespuglieti pascolabili
- CP - Cespuglieti
- CV - Coltivi abbandonati
- ES - Aree estrattive
- FA - Faggete
- FV - Frutteti, vigneti
- GR - Greti
- LC - Lariceti e cembrete
- OV - Arbusteti subalpini
- PB - Praterie non utilizzate
- PG - Praterie aride di greto
- PL - Praterie
- PR - Praterie rupicole
- PT - Prato-pascoli
- PX - Prati stabili di pianura
- QC - Quercio-carpineti
- QV - Querceti di rovere
- RB - Robinieti
- RI - Rimboschimenti
- RM - Rocce, macereti, ghiacciai
- SE - Seminativi
- SP - Saliceti e pioppeti ripari
- UI - Aree urbanizzate, infrastrutture
- UV - Aree verdi di pertinenza di infrastrutture

- Obiettivi, interventi e priorità



INTERVENTI E PRIORITA'

-  Trasformazione (Pioppeti in fascia A)
-  Taglio selettivo di vegetazione riparia, priorità alta
-  Taglio selettivo di vegetazione riparia, priorità media
-  Taglio selettivo di vegetazione riparia, priorità differibile
-  Interventi selvicolturali orientati alla conservazione e al mantenimento degli habitat
-  Interventi selvicolturali ad orientamento multifunzionale, intero periodo

OBIETTIVI SPECIFICI DI PROTEZIONE DAI RISCHI DI ESONDAZIONE ED EROSIONE

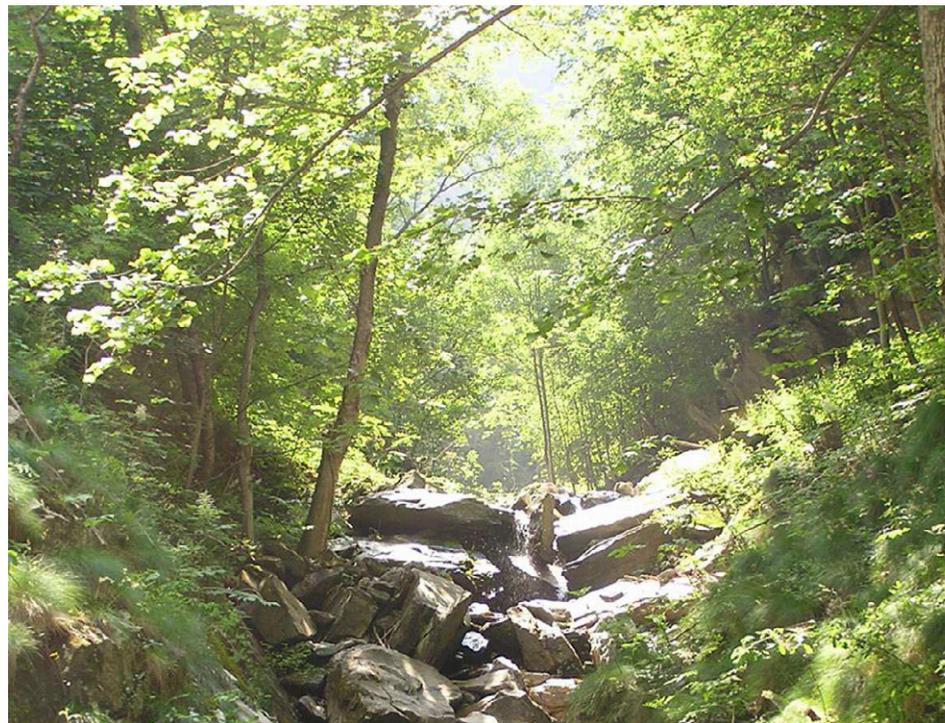
-  Mantenere o migliorare il deflusso delle piene
-  Rallentare il deflusso delle piene

STURA DI LANZO - TRATTA 5 - Scala 1:15.000

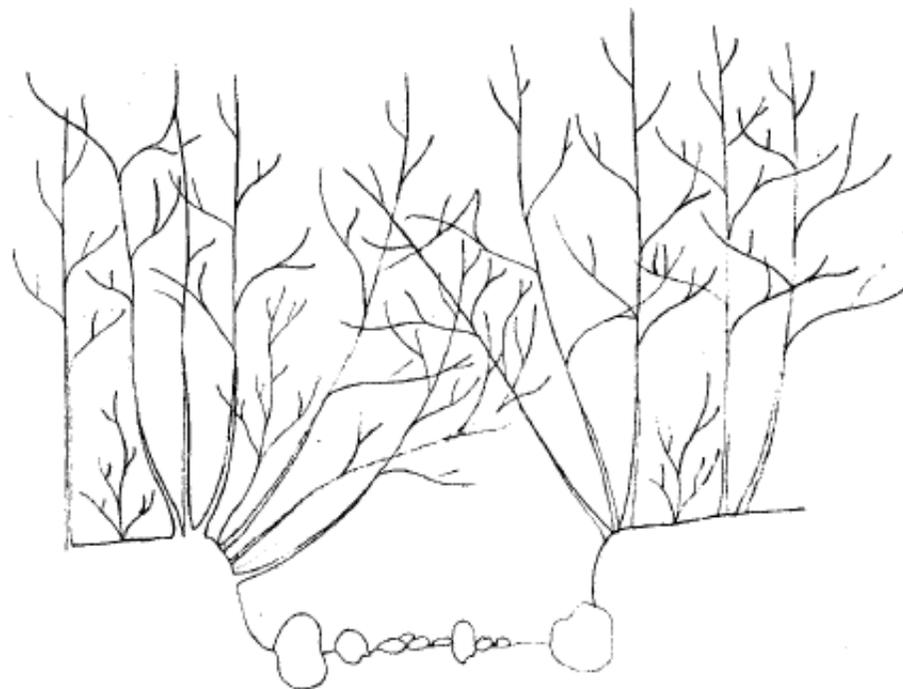
Ponte di Robassomero - Cascina Francia di Caselle

-  Opere di regimazione spondale
-  Opere trasversali
-  Limite fasce PAI vigenti
-  Aree Protette
-  Tratte Omogenee

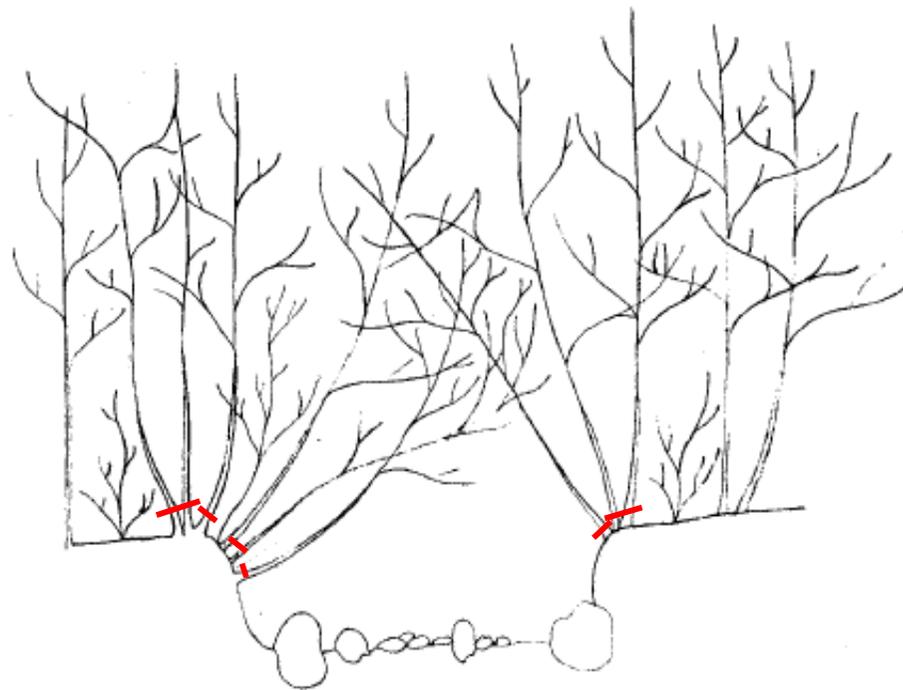
dove	Cosa	quando
Alveo attivo (T = 2-5 anni)	Taglio della vegetazione	L'obiettivo è la massima capacità idraulica del corso d'acqua
Sponde	Taglio selettivo arbusti	Quando le dimensioni dei fusti non garantiscono una opportuna elasticità della copertura o la copertura vegetale è rada
Alveo, piana inondabile, argini	abbattimento dei soggetti in precarie condizioni di stabilità, stramaturi, con evidenti segni di deperimento, scalzati al piede	Se è necessario difendere aree antropizzate
Alveo, piana inondabile, argini	Eliminazione graduale delle specie esotiche	Obiettivo di miglioramento ambientale
Alveo, piana inondabile, argini	Rilascio di soggetti protesi, pendenti e morti	Quando non riducono la sicurezza idraulica del corso d'acqua



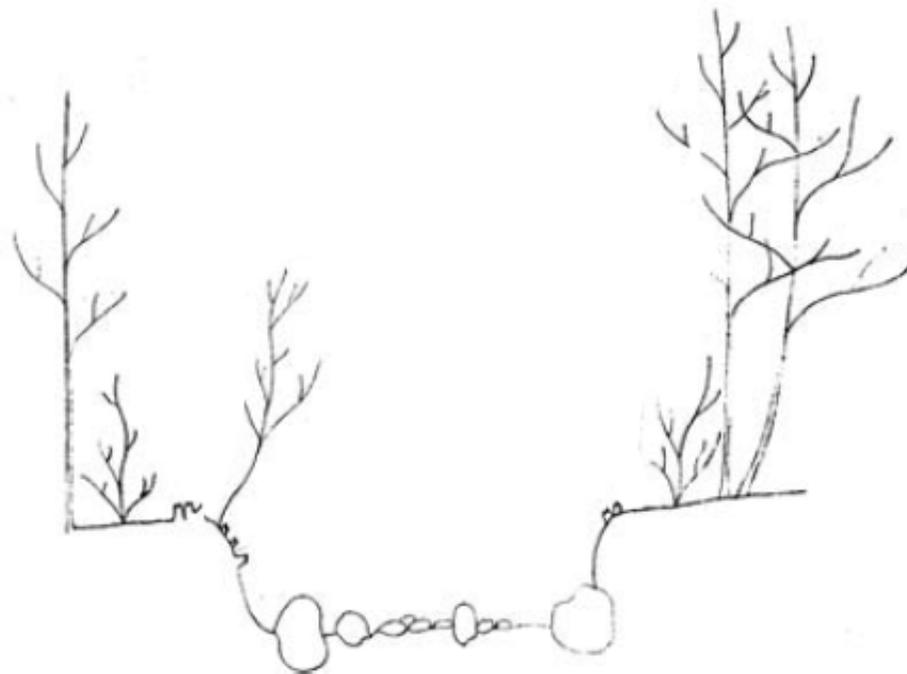
AA.VV. (2008) Indirizzi per la gestione dei boschi ripari e montani.
Quaderni di tutela del territorio n. 2 Regione Piemonte.



AA.VV. (2008) Indirizzi per la gestione dei boschi ripari e montani.
Quaderni di tutela del territorio n. 2 Regione Piemonte.



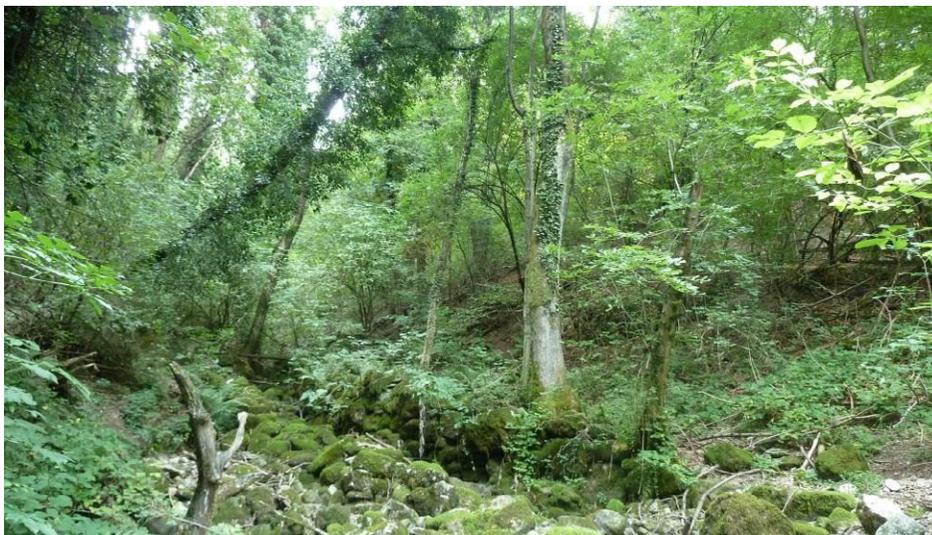
AA.VV. (2008) Indirizzi per la gestione dei boschi ripari e montani.
Quaderni di tutela del territorio n. 2 Regione Piemonte.



AA.VV. (2008) Indirizzi per la gestione dei boschi ripari e montani.
Quaderni di tutela del territorio n. 2 Regione Piemonte.

- Accatastamento immediato del legname di risulta dai tagli in zona di sicurezza





- Preferire il ceduo (per le specie idonee) e prediligere tagli saltuari



- Attenzione alle modalità di esbosco e alle altre operazioni di manutenzione (scavo)



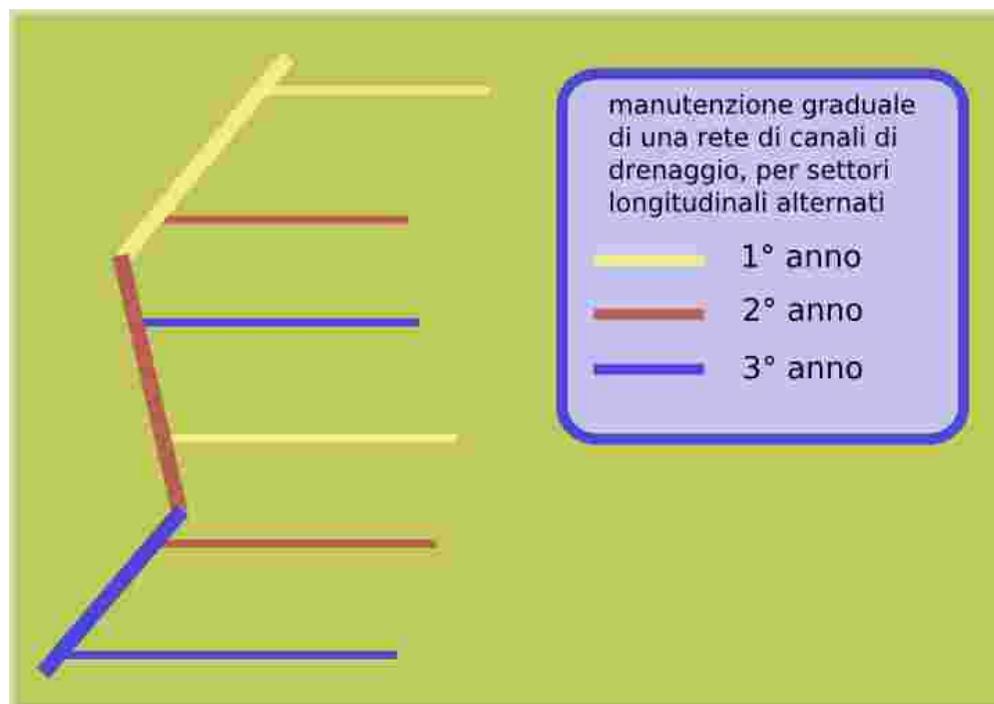
- Attenzione alla sicurezza di cantiere

AA.VV. (2012) Linee guida - per la gestione della vegetazione di sponda dei corsi d'acqua secondo criteri di sostenibilità ecologica ed economica. Regione Toscana

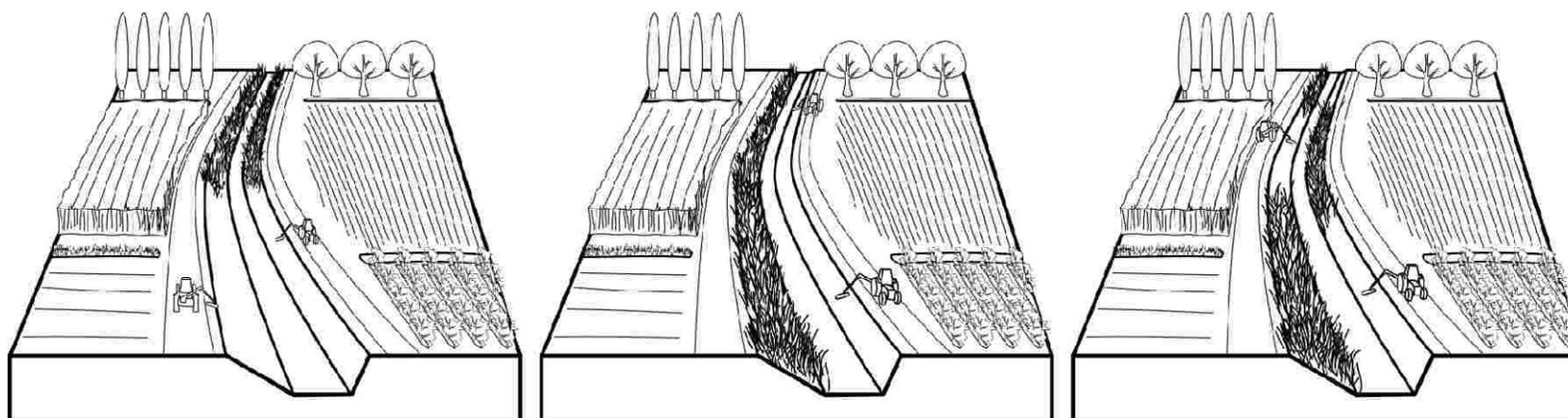


- La stabilità viene soprattutto ottenuta fornendo al bosco una struttura diversificata, dotata di arbusti in grado di flettersi e contenere l'erosione, e di un piano arboreo composto da soggetti giovani con un equilibrato rapporto diametro/altezza, e diametro comunque progressivamente minore con l'approssimarsi e il ridursi della larghezza dell'alveo





AA.VV., 2008. La riqualificazione dei canali
agricoli Linee guida per la Lombardia, Quaderni
della ricerca. Regione Lombardia.



**manutenzione bilaterale
del canale per settori
longitudinali**

**manutenzione unilaterale
del canale**

**manutenzione per tratti alternati
o risparmio di piccole isole**

AA.VV., 2008. La riqualificazione dei canali agricoli Linee guida per la Lombardia, Quaderni della ricerca. Regione Lombardia.

AA.VV., 2008. La riqualificazione dei canali
 agricoli Linee guida per la Lombardia, Quaderni
 della ricerca. Regione Lombardia.

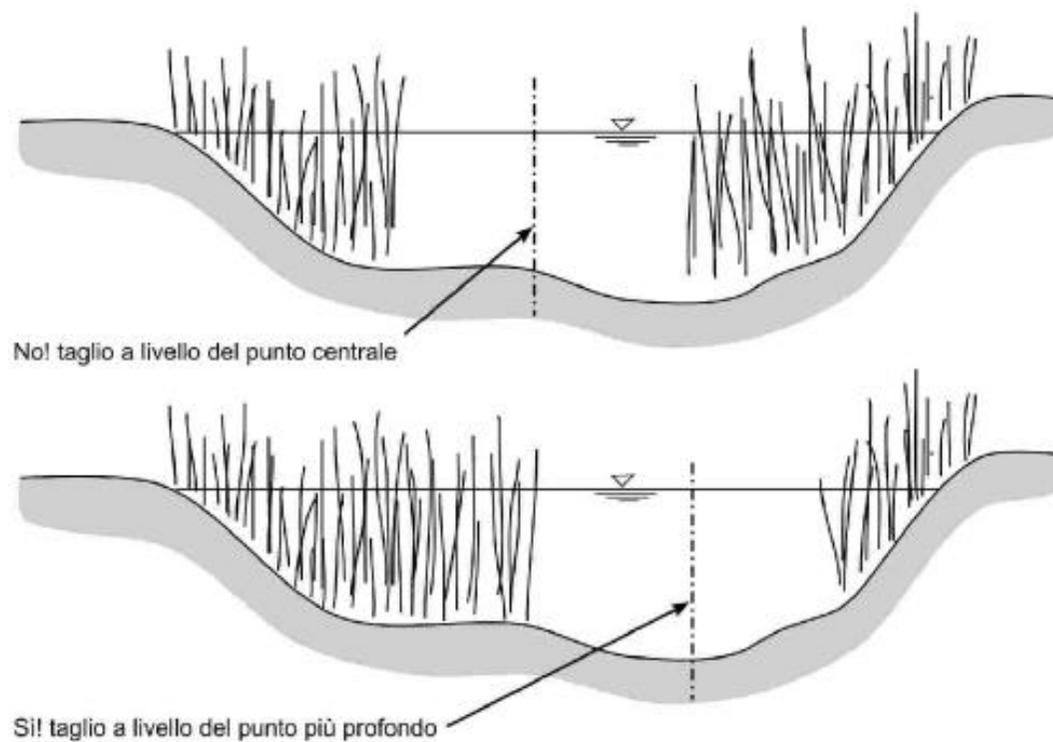
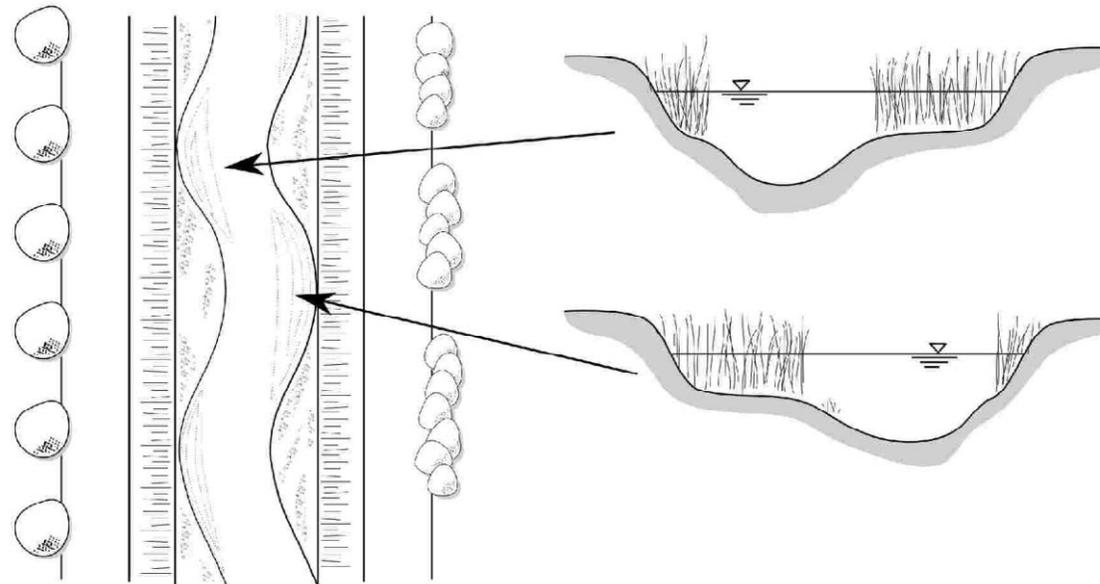


Figura 7.13: modalità di taglio di un corridoio centrale in una sezione semi-naturale (ridisegnato da “Danish Watercourses-Ten Years with the New Watercourse Act”-1995).

- Taglio della vegetazione in alveo concentrato nella porzione più profonda



AA.VV., 2008. La riqualificazione dei canali agricoli Linee guida per la Lombardia, Quaderni della ricerca. Regione Lombardia.

- Rispetto delle fasi di crescita della fauna

AA.VV., 2008. La riqualificazione dei canali agricoli Linee guida per la Lombardia, Quaderni della ricerca. Regione Lombardia.

Tabella 7.3: relazione esemplificativa tra tempistica delle operazioni di manutenzione e i cicli biologici di flora e di fauna (riportato da AA.VV., 2005a).

Mesi →	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	
Cicli riproduttivi: fauna acquatica	Invertebrati/Insetti												
	Salmonidi		Ciprinidi e altri										Salmonidi
Cicli biologici: idrofite					Sviluppo								
Manutenzione					Diserbo								
Lavori in alveo	Zone a salmonidi												
	Zone a ciprinidi								Zone a ciprinidi				
Sistemazioni e manutenzioni (elofite)	Fusti, rizomi, talee									Fusti, rizomi, talee			
								Cure alle talee					
								Sfalcio	-	-	+	+	+
Sistemazioni e manutenzioni (erbe)	Semine												
			Sfalcio e diserbo										
Sistemazioni e manutenzioni (arbusti)	Talee e margotte									Talee e margotte			
		Piantagione									Piantagione		
								Potature	-	-	+	+	+
Cicli biologici: fauna terrestre			Nidificazione, riproduzione invertebrati										
Vegetazione esistente	+	+	+	+	-	Manutenzione		-	-	+	+	+	

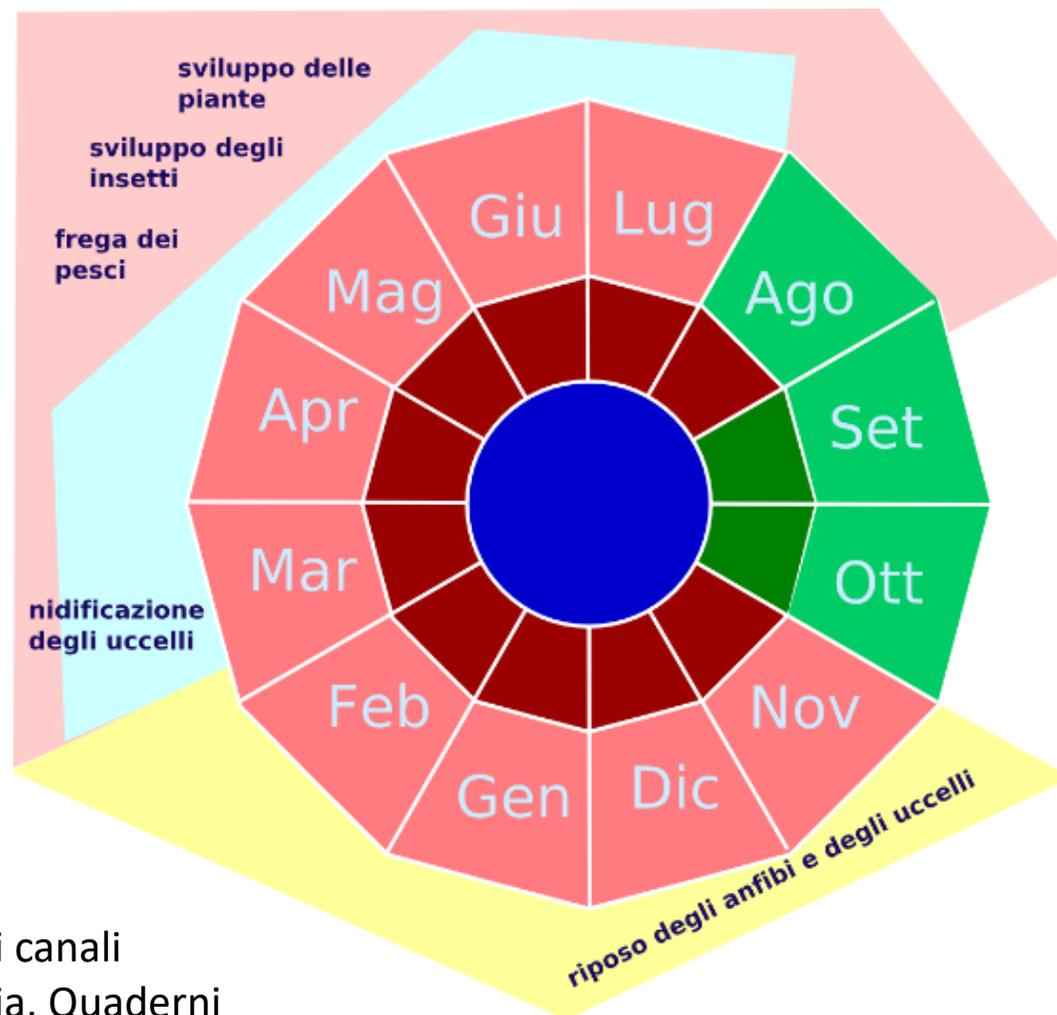
- Interventi di manutenzione annuale



Archivio consorzio della Muzza Bassa Lodigiana

Obiettivo: migliorare il potenziale insediativo di specie di pregio

- Regolare le operazioni di manutenzione (taglio della vegetazione, spurgo, rimozione di inerti) in base alle fasi fenologiche



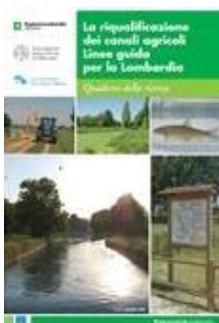
AA.VV., 2008. La riqualificazione dei canali agricoli Linee guida per la Lombardia, Quaderni della ricerca. Regione Lombardia.

Conclusioni

- La vegetazione è un elemento fondamentale della struttura dei sistemi fluviali
- I sistemi fluviali sono ambienti complessi (4D), regolati dalle dinamiche idrauliche (monte/valle e effetto della corrente)
- La vegetazione apporta un contributo significativo nei processi ecosistemici (habitat), fisici (protezione da perturbazioni), chimici (autodepurazione) e morfologici (formazioni stabili) del corso d'acqua
- La corretta valutazione dell'effetto della vegetazione necessita di un inquadramento generale per comprendere le dinamiche dell'intero sistema fluviale

- Dove possibile, lasciare spazio al sistema fluviale
- Per definire le modalità di manutenzione della vegetazione ripariale occorre 1. valutare lo stato di uso del suolo 2. individuare le condizioni di criticità 3. definire gli obiettivi funzionali e 4. definire le azioni da intraprendere
- Predilige azioni di taglio mirato, evitando assolutamente la completa rimozione della vegetazione
- Il cantiere in alveo è solitamente complicato dalla morfologia dell'alveo

Per approfondimenti:



AA.VV., 2008. La riqualificazione dei canali agricoli Linee guida per la Lombardia, Quaderni della ricerca. Regione Lombardia.
https://sites.unimi.it/smartgreen/documenti/manualeLIRICA_web6MB.pdf



AA.VV. (2012) Linee guida - per la gestione della vegetazione di sponda dei corsi d'acqua secondo criteri di sostenibilità ecologica ed economica. Regione Toscana
<https://aisf.dotit.files.wordpress.com/2014/04/gestione-della-vegetazione-web.pdf>



AA.VV., 1998. Stream corridor restoration
https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044574.pdf



AA.VV. (2008) Indirizzi per la gestione dei boschi ripari e montani. Quaderni di tutela del territorio n. 2 Regione Piemonte.