

Con il contributo di

**fondazione cariplo**



**PROVINCIA DI SONDRIO  
PROGETTO MI-RA-RE**

**Riqualificazione forestale, miglioramento della qualità delle acque e dell'offerta didattica nella Riserva Naturale Bosco dei Bordighi**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE IDRAULICA**

**SCALA:**

**DATA:**

**30 APRILE 2014**

*ERSAF - U.O. Gestione Sostenibile dei Sistemi Forestali e Naturali Morbegno (SO)*

Il responsabile  
Dott. Italo Buzzetti

*COMUNITA' MONTANA VALTELLINA DI SONDRIO Area agricoltura*

La responsabile:  
Dott. Agr. Cinzia Leusciatti

I progettisti:

Dott. Simone Proh (ERSAF)

**Bando Cariplo 2012**  
Realizzare la rete ecologica

## RELAZIONE IDRAULICA

### PORTATA FORMATIVA

Il canale pedemontano in loc. Bordighi oggetto di intervento (SO/FA/004) raccoglie i deflussi dei torrenti Scenini e Gatto, e del riale SO/FA/003 raggiungendo poi il Fiume Adda in comune di Albosaggia. Lo studio dei parametri geometrici del solo bacino tributario del canale non rappresenta un dato utile ai fini del calcolo della portata di progetto, in quanto non considererebbe l'apporto derivante dagli affluenti, che in questo caso è preponderante.

Il canale è rivestito da fondelli di cls lungo tutto il percorso nel territorio comunale di Faedo, mentre in Comune di Albosaggia, un centinaio di metri prima di sfociare nell'Adda, il fondo è naturale.

Per tali motivi la valutazione della *portata formativa* (o *portata dominante*), necessaria per la verifica idraulica di compatibilità delle opere in progetto, viene calcolata attraverso il metodo della *portata a piene rive (bankfull)*, cioè la portata a cui corrisponde un livello idrometrico tale da raggiungere il punto di passaggio tra l'alveo attivo e la piana alluvionale.

### VERIFICA IDRAULICA DELLA PORTATA DI PROGETTO

I calcoli idraulici relativamente alle portate liquide e solide sono indispensabili per valutare gli effetti delle modifiche dell'alveo, della morfologia e dell'equipaggiamento vegetazionale del corso d'acqua. In particolare essi servono per dimostrare che il livello idrico corrispondente a tale portata non aumenta in seguito alle previste misure di riqualificazione.

Per quanto riguarda gli interventi previsti lungo l'alveo del canale pedemontano in loc. Bordighi tale verifica riguarda la realizzazione della briglia e del tratto di canale da realizzare per deviare l'acqua nell'impianto di fitodepurazione.

Il metodo di calcolo utilizzato si basa sulla formula empirica di Gaukler-Manning-Stichler (GMS), derivata dalla formula classica di Chezy:

$$v_m = X \sqrt{Ri} \quad (\text{m/s})$$

dove:

$v_m$  = velocità media (m/s)

X = coefficiente di Chezy ( $\text{m}^{1/2}/\text{s}$ )

R = raggio idraulico (m) = A/C

i = pendenza di fondo del corso d'acqua (-)

A = sezione di deflusso ( $\text{m}^2$ )

C = contorno bagnato (m)

Per il coefficiente di Chezy si applica la formula GMS:

$$X = k_{st} R^{1/6}$$

dove:

$k_{st}$  = coefficiente di scabrezza di Strickler ( $m^{1/3}/s$ )

Dato che il Canale ha caratteristiche geometriche e vegetazionali identiche in tutto il tratto precedente l'intervento (rivestimento in fondelli di cls), si è considerato un'unica sezione caratteristica ai fini del calcolo della portata (**fig.1**).

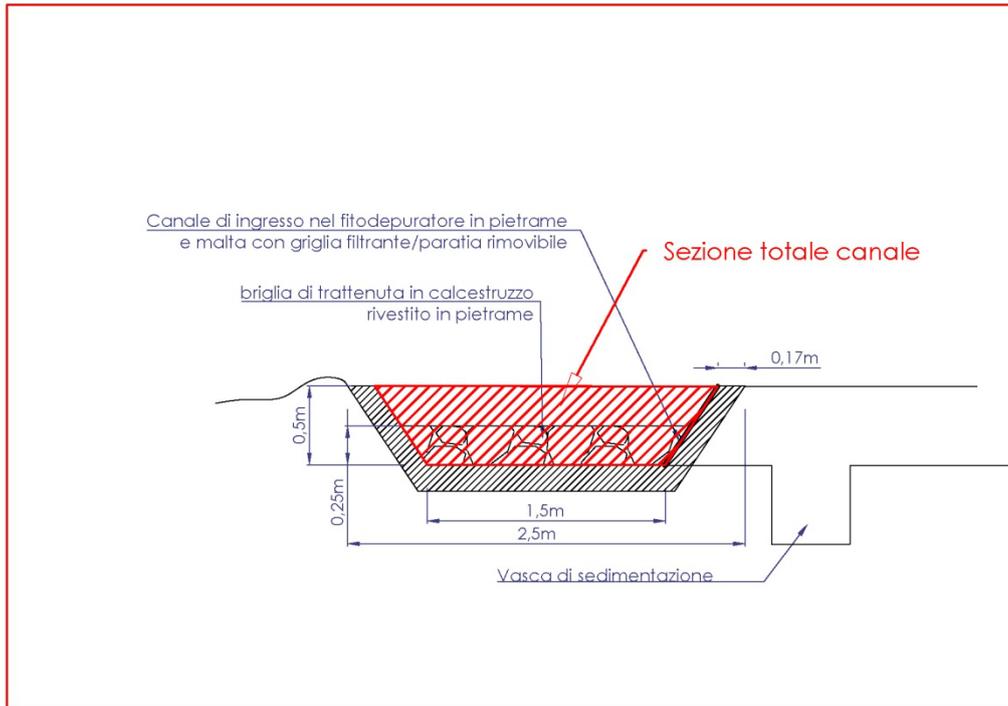


Figura 1 - Sezione caratteristica canale pedemontano in loc. Bordighi.

#### Calcolo della portata a piene rive:

$$A (m^2) = 0,92$$

$$C (m) = 2,70$$

$$R (m) = 0,34$$

$$i = 0,007$$

Per la scelta dei coefficienti di scabrezza di Strickler occorre considerare le singole parti della sezione (letto, sponde sinistra e destra, eventuali golene sinistra e destra) da associare al contorno bagnato, al fine di ricavare una scabrezza media equivalente, secondo l'equazione di Einstein/Horton:

$$k_{st} = \left\{ \frac{\sum C_i}{\sum C_i / k_{st,i}^{3/2}} \right\}^{2/3} \quad (m^{1/3}/s)$$

dove:

$k_{st} (m^{1/3}/s)$  = coefficiente equivalente di Strickler

$C_i (m)$  = contorno bagnato parziale, con scabrezza  $k_{st,i}$

$k_{st,i}$  ( $m^{1/3}/s$ ) = scabrezza parziale del tratto iesimo del contorno bagnato

Dato che il letto e le sponde sono entrambe realizzate in cls, il coefficiente di scabrezza è unico per tutta la sezione considerata (tratti dal formulario per i coefficienti di scabrezza):

$$k_{st} = 45 \text{ m}^{1/3}/s$$

per cui si hanno i seguenti risultati:

$$X = 37,61$$

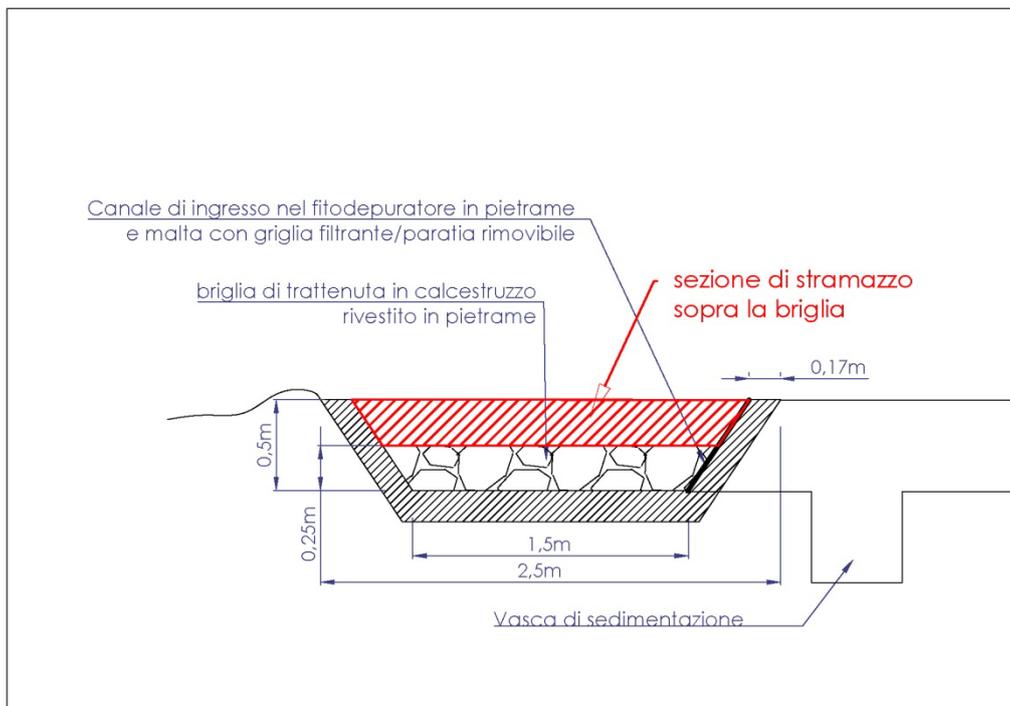
$$v_m = 1,84 \text{ m/s}$$

Da cui ricaviamo la portata a piene rive Q:

$$Q = v_m A = 1,6898 \text{ m}^3/s$$

#### Calcolo della portata di progetto:

Relativamente alla portata di progetto ( $Q_p$ ), occorre valutare sia la portata garantita al di sopra della briglia (**fig.2**), sia quella garantita dal canale di deviazione nel fitodepuratore (**fig.3**).



**Figura 2** - Sezione del canale sopra la briglia utile per lo smaltimento della portata a piene rive.

1. PORTATA SOPRA BRIGLIA ( $Q_{p1}$ )

$$A \text{ (m}^2\text{)} = 0,50$$

$$C \text{ (m)} = 2,43$$

$$R \text{ (m)} = 0,20$$

$$i = 0,007$$

$$k_{st} = 45 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$$

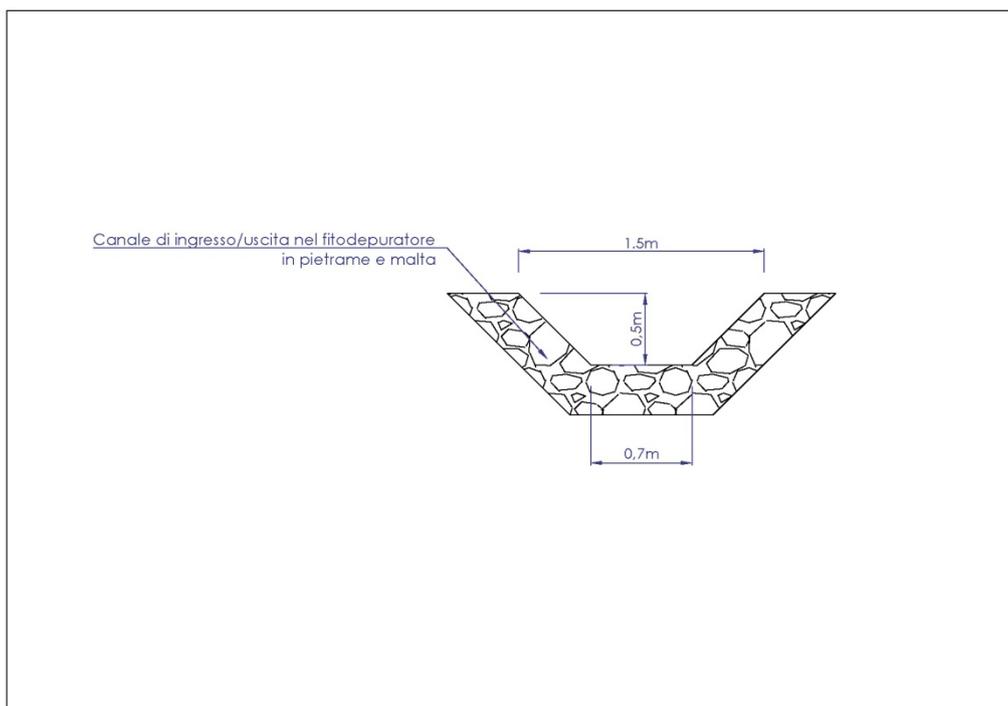
per cui si hanno i seguenti risultati:

$$X = 34,58$$

$$v_m = 1,31 \text{ m/s}$$

Da cui ricaviamo la portata:

$$Q_{p1} = v_m A = \mathbf{0,6561 \text{ m}^3/\text{s}}$$



**Figura 3** - Particolari costruttivi del canale di deviazione di ingresso/uscita al fitodepuratore.

2. PORTATA CANALE DI DEVIAZIONE ( $Q_{p2}$ )

$$A \text{ (m}^2\text{)} = 0,60$$

$$C \text{ (m)} = 2,12$$

$$R \text{ (m)} = 0,28$$

$$i = 0,01$$

$$k_{st} = 40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$$

per cui si hanno i seguenti risultati:

$$X = 32,41$$

$$v_m = 1,72 \text{ m/s}$$

Da cui ricaviamo la portata:

$$Q_{p2} = v_m A = \mathbf{1,0346 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Possiamo ora calcolare la portata di progetto:

$$Q_p = Q_{p1} + Q_{p2} = 0,6561 + 1,0346 = \mathbf{1,6907 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Risulta perciò verificato che i lavori in progetto non diminuiscono la portata utile del Canale in quanto  $Q_p > Q$  per cui il livello idrico corrispondente alla portata a piene rive non aumenta in seguito alle previste misure di riqualificazione.