



COMUNE DI PELLEZZANO
Provincia di Salerno

**MESSA IN SICUREZZA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO DEL VALLONE IN
FRAZIONE CAPEZZANO.**

Progettazione Esecutiva: Tav: RELAZIONE IDROGEOLOGICA E DI CALCOLO IDRAULICO	Sigla	numero
	RII	2

Committente: Comune di Pellezzano

Progettista:
arch. Gianfranco GUARINO



II R.U.P.
arch. Giuseppe BRAIONE

collaboratori:
ing. Domenico De santo
ing. Luca Passio
arch. Valentina Gagliardo
geol. Luca Guarino

l'Impresa:

data: Settembre 2020

Sommario

PREMESSA	2
INQUADRAMENTO DELLA PROBLEMATICHE E FILOSOFIA DI PROGETTO	2
STUDIO IDROLOGICO.....	2
INQUADRAMENTO MORFOLOGICO.....	2
CALCOLO PORTATE AL COLMO DI PIENA – IL METODO VAPI	4
CALCOLO PORTATE AL COLMO DI PIENA – RISULTATI.....	8
INTERVENTI DI PROGETTO E VERIFICHE IDRAULICHE	9
VERIFICA DEL TIRANTE IDRICO – METODO DI CALCOLO.....	9
VERIFICA EROSIONE – METODO DI CALCOLO	10
INTERVENTI DI PROGETTO E RISULTATI DELLE VERIFICHE	12
CONCLUSIONI	13
APPENDICI	I
SCHEDE VERIFICHE IDRAULICHE – STATO DI FATTO	I
SCHEDE VERIFICHE IDRAULICHE – STATO DI PROGETTO	XII

PREMESSA

INQUADRAMENTO DELLA PROBLEMATICHE E FILOSOFIA DI PROGETTO

Nella presente relazione si espongono le scelte progettuali fatte ed i calcoli necessari al dimensionamento delle opere.

Il Torrente oggetto di intervento attraversa il territorio comunale di Pellezzano; il tratto di intervento costeggia la Località Capezzano ed è caratterizzato dalla confluenza, nel tratto di monte, dalla confluenza di diversi alvei di dimensioni minori. La confluenza dei due tratti principali (l'ultima) si ha poco prima del centro abitato, dopodiché il torrente prosegue fino ad immettersi nell'Irno.

Dal punto di vista idrogeologico la maggioranza del bacino è caratterizzato da una coltre detritico-piroclastica su una formazione carbonatica; per buona parte del percorso il torrente procede in un vallone abbastanza incavato. È presente uno smottamento nei pressi della sopra citata confluenza dei due tratti principali; inoltre, come si evince dallo studio geologico e dal PSAI, la zona è classificata P3/R3 con smottamenti causati proprio dalla continua azione erosiva del torrente.

Gli interventi previsti avranno dunque i seguenti obiettivi:

- Ripristinare l'officiosità idraulica per favorire il deflusso dell'acqua ed impedire che eventuali detriti o colate rapide trovino ostruzioni lungo il cammino o trascinino altro materiale;
- Proteggere il terreno dall'erosione sia quella dovuta alla piena del torrente che al ruscellamento sui versanti;
- Rallentare la corrente ed eventuali trasporti di detriti;
- Proteggere il più possibile il centro abitato.

Il perseguimento dei suddetti obiettivi verrà perseguito mediante gli interventi di seguito riportati:

- Taglio della vegetazione che ostruisce il vallone, la rimozione dei detriti e la riprofilatura delle sponde;
- Riduzione delle pendenze (ove possibile) mediante la realizzazione di “salti” di circa 1 m;
- Protezione dei versanti e del fondo del torrente dall'erosione mediante interventi di ingegneria naturalistica quali l'utilizzo di materassini “Reno” sul fondo, l'utilizzo di geostuoia tridimensionale sul fondo e sulle scarpate e rinverdimento mediante semina, piantumazione di talee legnose;
- Protezione delle sponde nei punti più critici mediante gabbionate o palizzate vive.

Si è deciso di concentrare l'intervento nella zona pedemontana fino al centro abitato per conseguire la massima protezione possibile dell'edificato.

STUDIO IDROLOGICO

INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

Il bacino del Torrente Acqua del Corvo si snoda per una lunghezza di circa 2,3 km e copre un dislivello di circa 600 m (da quota 698 a 102 m.s.l.m.); complessivamente raggiunge una superficie

di 1.61 km². La figura seguente mostra l'estensione del bacino e le Sezioni di Chiusura utilizzate per i calcoli.

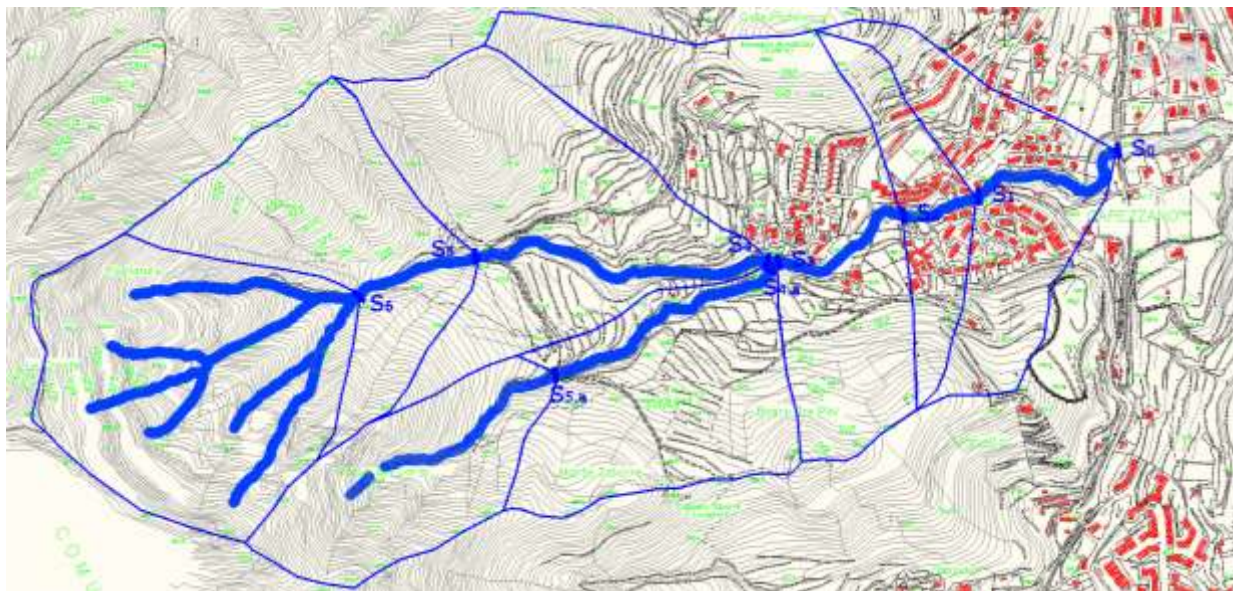


Figura 1: Individuazione del bacino del Torrente Acqualeggia e delle Sezioni di Chiusura utilizzate per i calcoli (l'asta principale è quella in alto)

Sono state considerate le seguenti caratteristiche geometriche:

- la superficie del bacino;
- la lunghezza dell'asta principale;
- la quota minima coincidente con la sezione di chiusura del bacino;
- l'altitudine massima del bacino riferita al livello medio del mare;
- l'altitudine media, definita come il valore medio della curva ipsografica.

Per valutare l'altezza media di un bacino si è proceduto alla suddivisione di tutta la superficie “A” del singolo bacino considerato in aree parziali “Ai” comprese tra due curve di livello fra di loro non troppo distanti, in modo da ritenere l'altezza h_i della fascia uguale alla media dei valori delle due curve di livello che la limitano. Si è supposto, cioè, che in quel breve tratto la pendenza sia costante. Sono state misurate, poi, le aree delle superfici parziali A_i . L'altezza media h_m del bacino è la media ponderata delle altezze medie delle superfici parziali, cioè:

$$h_m = \frac{\sum h_i \cdot A_i}{A}$$

Attraverso questi parametri è possibile ricostruire la curva Ipsografica ed Ipsometrica del bacino. La curva Ipsografica è una curva che rappresenta la frequenza cumulata delle quote del bacino e riporta sull'asse delle ascisse la superficie del bacino e su quello delle ordinate la quota. La curva Ipsometrica, invece, non è altro che la curva Ipsografica normalizzata. Di seguito si riportano i grafici delle due curve.

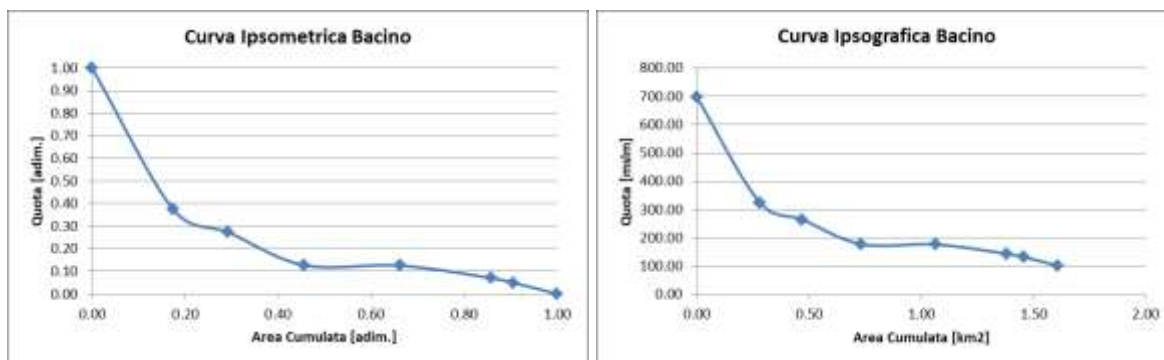


Figura 2: Curva Ipsometrica (a sinistra) e Curva Ipsografica (a destra)

Come si nota dai grafici, il bacino può essere suddiviso in due zone. La prima caratterizzata da forte pendenza, un forte dislivello di quota ed una superficie molto limitata; la seconda, al contrario, caratterizzata da minori pendenze e dove si concentra la quasi totalità della superficie del bacino (circa l'80 %).

CALCOLO PORTATE AL COLMO DI PIENA – IL METODO VAPI

Viene di seguito illustrato lo studio idrologico effettuato per la stima delle massime portate al colmo di piena relative alle sezioni di chiusura del bacino. Come accennato in precedenza, sono state definite le caratteristiche fisiografiche (superficie, quota massima, quota media, quota minima, lunghezza asta principale) e pedologiche (superficie permeabile, superficie impermeabile) sulla base della cartografia al 5000 fornita dal Comune e i risultati dello Studio Geologico; sono state poi valutate le massime portate di piena annuali per periodi di ritorno di 5, 10, 30, 50, 100, 300 anni e i relativi volumi di piena che possono affluire nelle stesse sezioni.

L'approccio utilizzato, fa riferimento essenzialmente alla metodologia proposta nel Rapporto Valutazione delle Piene in Campania (VAPI).

Metodologia

L'analisi idrologica dei valori estremi delle precipitazioni e delle piene in Campania è stata effettuata nel Rapporto VAPI Campania, attraverso una metodologia di analisi regionale di tipo gerarchico, basata sull'uso della distribuzione di probabilità del valore estremo a doppia componente (TCEV - Two Component Extreme Value). Tale procedura si basa sulla considerazione che esistono zone geografiche via via più ampie che possono considerarsi omogenee nei confronti dei parametri statistici della distribuzione, man mano che il loro ordine aumenta.

Indicando con Q il massimo annuale della portata al colmo e con T_r il periodo di ritorno, cioè l'intervallo di tempo durante il quale si accetta che l'evento di piena possa verificarsi mediamente una volta, la massima portata di piena Q_{T_r} corrispondente al prefissato periodo di ritorno T_r , è stata valutata come:

$$Q_{T_r} = K_T \cdot \mu(Q)$$

dove:

$\mu(Q)$ = media della distribuzione dei massimi annuali della portata di piena (piena indice).

K_T = fattore probabilistico di crescita, pari al rapporto tra Q_T e la piena indice.

T	2	5	10	20	50	100	300
K_T	0.87	1.29	1.38	1.64	2.03	2.36	2.91

Per quanto attiene alla valutazione del fattore regionale di crescita, nell’ambito del progetto V.A.P.I. del G.N.D.C.I./C.N.R. si è fatto riferimento all’area idrologicamente omogenea in cui ricade il territorio interessato agli interventi.

Mancando dati di misura di portata nelle sezioni di interesse, il calcolo della portata media annua al colmo di piena è stato effettuato, sempre in accordo con la metodologia V.A.P.I., a partire dalle precipitazioni intense e, in particolare, con l’utilizzo del **modello geomorfoclimatico 2**, stimando $\mu(Q)$ come una frazione della massima intensità di pioggia che può verificarsi sul bacino dipendente dalle caratteristiche geomorfologiche dello stesso.

Le superfici ricadenti all’interno delle aree scolanti afferenti alle singole sezioni di chiusura di volta in volta prese a riferimento, vengono suddivise nelle tre classi denominate, rispettivamente:

- “aree permeabili con bosco”;
- “aree permeabili non boscate”;
- “aree impermeabili”.

Si è proceduto alla determinazione del modello geomorfoclimatico correlando il pluviogramma regionale con l’idrogramma di piena nella singola sezione di controllo del bacino analizzato. Ciò al fine di determinare la portata al colmo di piena per unità di area del bacino, che dipende dal prodotto $\mu[I_a(d)] \cdot S(d)$, in cui il primo termine diminuisce al crescere della durata della pioggia mentre il secondo aumenta. Il valore della durata d , per cui tale prodotto risulta massimo, viene definito durata critica del bacino d_c .

Il massimo annuale della portata al colmo di piena, che si verifica dunque per eventi di durata d_c , viene definito come:

$$\mu(Q) = \frac{C_f \cdot S(d_c) \cdot \mu[I_a(d_c)] \cdot A}{3.6} \quad \text{ovvero:}$$

$$\mu(Q) = \frac{C_f \cdot q \cdot K_A \cdot \mu[I_a(t_r)] \cdot A}{3.6}$$

dove:

t_r = durata della pioggia;

C_f = coefficiente di deflusso, caratteristico del bacino;

$\mu[I_a(t_r)]$ = media del massimo annuale dell’intensità di pioggia areale di durata pari al tempo di ritardo t_r del bacino in mm/ora;

A = area del bacino in Km²

q = coefficiente di attenuazione del colmo di piena.

È risultato, pertanto, necessario definire in una scala di dettaglio:

- le caratteristiche morfologiche ed altimetriche del bacino (superficie, lunghezza dell’asta principale, quota minima coincidente con la sezione di chiusura del bacino individuata quale sezione di controllo, altitudine massima del bacino riferita al livello medio del mare, altitudine media, definita come il valore medio della curva ipsografica);
- la legge di probabilità pluviometrica areale $\mu = \mu[I_a(d)]$;
- i parametri del modello geomorfoclimatico C_f e t_r .

Per il bacino si è assunta l'uguaglianza fra il tempo di ritardo proprio del bacino e il valore della durata della pioggia che massimizza la funzione $\mu(Q)$ ($t = t_r$).

Curva di probabilità pluviometrica

Per la stima della legge di probabilità pluviometrica si è fatto riferimento all'espressione a quattro parametri del rapporto VAPI Campania:

$$\mu[h(d)] = \frac{\mu[I_0] \cdot d}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^{C-D \cdot Z}}$$

Nel rapporto VAPI Campania i parametri della suddetta legge sono stati determinati per sei aree ritenute omogenee dal punto di vista pluviometrico attraverso una procedura di stima regionale utilizzando i dati di 44 stazioni pluviografiche con più di dieci anni di osservazione.

Per la stima della legge di probabilità pluviometrica, che definisce appunto la variazione della media del massimo annuale dell'altezza di pioggia con la durata, il Rapporto VAPI Campania fa sostanzialmente riferimento a leggi a quattro parametri del tipo:

$$\mu[h(d)] = \frac{\mu[I_0] \cdot d}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^{C-D \cdot Z}}$$

in cui $\mu[I_0]$ rappresenta il limite dell'intensità di pioggia per $d \rightarrow 0$.



Figura 3: Suddivisione della Regione Campania in Zone Omogenee secondo il metodo VAPI

La zona oggetto di studio ricade nell'Area Omogenea “A2”. La tabella seguente riporta i coefficienti del metodo VAPI.

Area omogenea	$\mu[I_0]$ [mm/h]	d_c [h]	C	D * 10 ⁵
A ₁	77,08	0,3661	0,7995	8,6077
A ₂	83,75	0,3312	0,7031	7,7381
A ₃	116,7	0,0976	0,7360	8,7300
A ₄	78,61	0,3846	0,8100	24,874
A ₅	231,8	0,0508	0,8351	10,800
A ₆	87,87	0,2205	0,7265	8,8476

Tabella 1: Coefficienti della Curva di Probabilità Pluviometrica per zone omogenee secondo il metodo VAPI Campania

Il coefficiente di deflusso C_f

Atteso il significato del coefficiente di deflusso, l'ipotesi semplificata, ma al contempo attendibile fisicamente, per la sua stima consiste nell'assumere che esista un valore di C_f per ogni singolo complesso omogeneo e nel considerare il valore globale come la media pesata di tali valori caratteristici. Seguendo il **modello geomorfoclimatico 2**, il coefficiente di deflusso C_f viene stimato con la seguente formula:

$$C_f = C_{f1} \frac{A_1}{A} + C_{f2} \frac{A_2}{A} + C_{f3} \frac{A_3}{A}$$

nella quale:

C_f = coefficiente di afflusso;

A = area del bacino;

A₁ = area di bacino permeabile senza bosco;

A₂ = area non carbonatica del bacino;

A₃ = area carbonatica con bosco;

C_{f1} = coefficiente di afflusso dell'area carbonatica senza bosco = 0,42;

C_{f2} = coefficiente di afflusso dell'area non carbonatica = 0,56;

C_{f3} = coefficiente di afflusso dell'area carbonatica con bosco = 0,00;

Tempo di ritardo t_r

Per stimare il tempo di ritardo si è fatto riferimento alla proposta di F. Rossi & P. Villani (1995) nell'ambito del progetto VAPI del C.N.R., riportata, più in particolare, nel rapporto dell'Unità Operativa 1.9 (Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Unità di Salerno), denominato “*Valutazione delle Piene in Campania*”.

Per la determinazione del **tempo di ritardo t_r** , in base ai ragionamenti ivi effettuati, Rossi e Villani propongono l'espressione:

$$t_r = \frac{C_{f1} \cdot A_1}{C_f \cdot A} \frac{1.25}{3.6 \cdot c_1} \sqrt{A_1} + \frac{C_{f2} \cdot A_2}{C_f \cdot A} \frac{1.25}{3.6 \cdot c_2} \sqrt{A_2}$$

dove:

C_f = coefficiente di afflusso

A = Superficie del bacino (in Km²);

$C_{f1} = 0,42$

$C_{f2} = 0,56$

$C_{f3} = 0,00$

A_1 = superficie carbonatica del bacino non coperta da bosco;

A_2 = superficie non carbonatica del bacino;

A_3 = superficie carbonatica del bacino con copertura boschiva.

Le costanti c_1 e c_2 rappresentano, fisicamente, delle celerità di propagazione. I loro valori sono:

$c_1 = 0,23$ m/s

$c_2 = 1,87$ m/s

che forniscono la migliore taratura ottenibile a partire dai dati idrometrografici disponibili per la Regione Campania.

Fattore di riduzione areale K_A

Per la stima del *fattore di riduzione areale delle piogge*, si è fatto riferimento all'espressione empirica, nella quale si esprime la dipendenza del coefficiente K_A dall'area A e dalla durata d della pioggia:

$$K_A(t_T) = 1 - (1 - \exp(-c_1 A)) \exp(-c_2 t_T^{c_3})$$

Dove:

$C_1 = 0,0021$

$C_2 = 0,53$

$C_3 = 0,25$

Valutazione della portata al colmo di piena

I risultati dello studio idrologico e, quindi, la determinazione della portata al colmo di piena determinata in corrispondenza dei periodi di ritorno T_r pari a 20, 50, 100 e 300 anni, vengono riassunti nel paragrafo seguente.

CALCOLO PORTATE AL COLMO DI PIENA – RISULTATI

Applicando il metodo precedentemente descritto, si sono ottenuti i risultati sinteticamente riportati nella seguente Tabella e relativa Figura.

RIEPILOGO PORTATE AL COLMO DI PIENA [mc/s]						
T_r	5	10	30	50	100	300
S_6	0.82	1.20	1.79	2.06	2.44	3.03
S_5	1.22	1.78	2.66	3.07	3.63	4.51
S_4	1.84	2.68	4.01	4.62	5.46	6.79
S_3	2.64	3.83	5.73	6.61	7.81	9.71
S_2	3.62	5.27	7.88	9.09	10.74	13.34
S_1	4.06	5.90	8.82	10.18	12.02	14.94
S_0	4.71	6.84	10.23	11.81	13.94	17.33

Tabella 2: Riepilogo dei risultati ottenuti per le varie Sezioni di Chiusura considerate al variare del Tempo di Ritorno

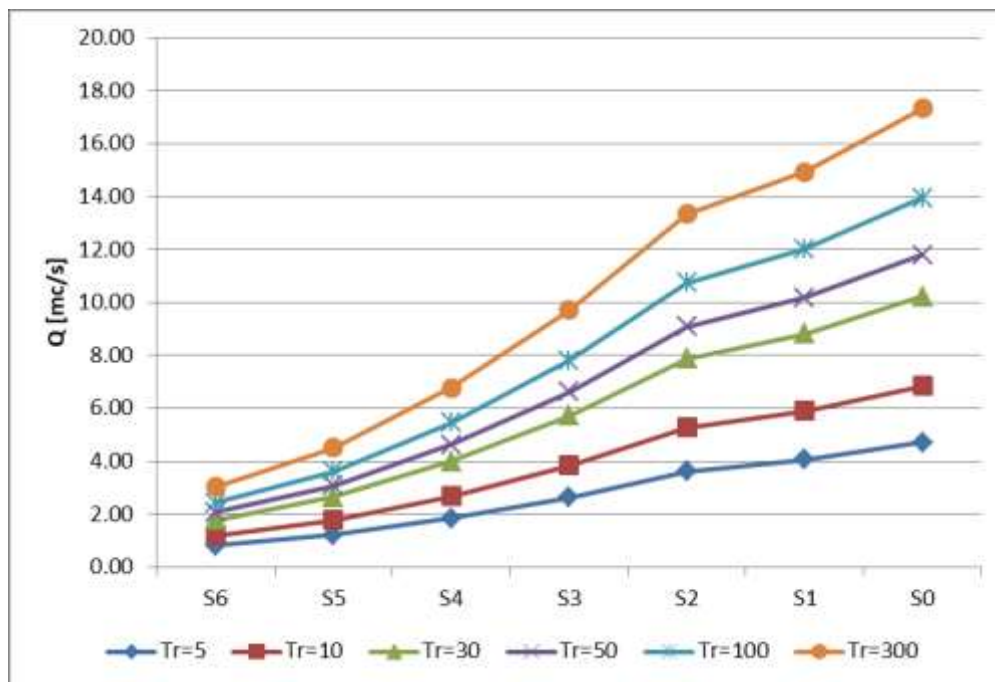


Figura 4: Andamento delle Portate al Colmo di Piena per le varie Sezioni di Chiusura considerate al variare del Tempo di Ritorno

INTERVENTI DI PROGETTO E VERIFICHE IDRAULICHE

VERIFICA DEL TIRANTE IDRICO – METODO DI CALCOLO

Le verifiche delle sezioni di progetto sono state effettuate nell'ipotesi di Moto Permanente, sia in condizioni di moto Critico che Uniforme.

In condizioni di moto Critico, deve essere rispettata la seguente relazione:

$$\frac{Q^2}{g \cdot A^3} \cdot l = 1$$

dove:

A = sezione idrica;

g = accelerazione di gravità;

l = larghezza del pelo libero

Per il moto Uniforme, invece, si è utilizzata la formula di Manning di seguito riportata.

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

dove:

Q = portata nella sezione;

n = coefficiente di scabrezza (coefficiente di Manning)

A = area sezione bagnata;

R = raggio idraulico (A/B);

B = contorno bagnato;

i = pendenza del letto;

La verifica della capacità delle sezioni idrauliche (rischio esondazione) è stata effettuata considerando la portata corrispondente a Tr 300 anni.

VERIFICA EROSIONE – METODO DI CALCOLO

Il calcolo della resistenza all'erosione di una sezione viene eseguita calcolando la velocità della corrente e gli sforzi tangenziali prodotti dalla corrente e controllando se il materiale che costituisce il letto del fiume può resistere senza subire danni permanenti.

Il metodo maggiormente utilizzato è quello conosciuto col nome di “metodo delle tensioni di trascinamento”. Si può applicare a qualsiasi tipo di materiale tuttavia è necessario che il materiale utilizzato abbia una resistenza agli sforzi tangenziali nota. Tale metodo consiste nel confrontare la tensione tangenziale agente (ovvero la tensione di trascinamento causata dalla corrente τ_d) con la tensione resistente (anche detta tensione “critica” τ_{cr}) caratteristica per ogni materiale; ovviamente, la verifica all'erosione è soddisfatta se $\tau_d \leq \tau_{cr}$.

La tensione di trascinamento può essere calcolata con la seguente formula:

$$\tau_d = k \gamma_w R j$$

dove:

k = coefficiente che vale “1” sul fondo dell'alveo e “0,75” sulle sponde;

γ_w = peso specifico dell'acqua;

R = raggio idraulico;

j = cadente piezometrica.

Normalmente si considerano le condizioni di moto uniforme, ponendo dunque $j=i$; ciò vale particolarmente nel caso in esame in quanto, trovandoci sempre in condizione di “corrente veloce”, al moto uniforme corrisponde sempre la velocità maggiore e la condizione più gravosa ai fini della verifica a trascinamento.

La tensione critica, invece, dipende esclusivamente dal materiale considerato.

Di seguito si riportano i valori dei parametri utilizzati per le verifiche; si noti che la resistenza delle geostuoie è espressa in funzione della durata “ t ” dell'evento di piena espresso in ore.

Descrizione	n [$m^{-1/3}/s$]	t [N/mq]
Cemento perfettamente liscio. Legno piallato. Metalliche senza risalti nei giunti	0.011	N/A
Cemento NON perfettamente liscio. Muratura di mattoni molto regolare. Metalliche con chiodatura ordinaria	0.013	N/A
Cemento non in perfette condizioni. Muratura ordinaria. Pareti di legno grezzo	0.014	N/A

Cemento abbastanza o molto ruvido ed eventuali depositi sul fondo.Muratura irregolare o di pietrame. Terra regolarissima senza vegetazione	0.018	N/A
Terra abbastanza regolare.Muratura in condizioni non buone con depositi sul fondo.	0.02	30
Terra con erba sul fondo.Corsi d'acqua regolari	0.025	30
Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia	0.03	30
Canali in abbandono con grande vegetazione.Corsi d'acqua con alveo in ghiaia e movimento di materiale sul fondo, oppure scavati in roccia con sporgenze	0.035	30
Talee appena piantate	0.1	10
Talee vegetate	0.4	60
Viminate e graticciate appena piantate	0.1	10
Viminate e graticciate vegetate	0.4	50
Ribalta viva appena installata	0.1	20
Ribalta viva vegetata	0.4	100
GabionMats 0.30m	0.0301	336
GabionMats 0.30m-Vegetati	0.3	450
Gabbioni 0.50m	0.0301	470.4
Gabbioni 0.50m - Vegetati	0.2	500
Gabbioni 1.00m	0.0301	470.4
Gabbioni 1.00m - Vegetati	0.2	500
Materasso Reno 0.15-0.17m	0.0277	224
Materasso Reno 0.15-0.17m - Vegetati	0.3	400
Materasso Reno 0.15-0.17+Macmat R6	0.0277	270
Materasso Reno 0.15-0.17+Macmat R6 - Vegetati	0.3	400
Materasso Reno 0.23-0.25m	0.0277	268.8
Materasso Reno 0.23-0.25m - Vegetati	0.3	450
Materasso Reno 0.23-0.25m+Macmat R6	0.0277	310
Materasso Reno 0.23-0.25m+Macmat R6 - Vegetati	0.3	450
Materasso Reno 0.30m	0.0277	336
Materasso Reno 0.30m - Vegetati	0.3	450
Materasso Reno 0.30m+Macmat R6	0.0277	380
Materasso Reno 0.30m+Macmat R6 - Vegetati	0.3	450
Macmat R6	0.0303	$0.011 t^2 - 2.567 t + 184$
Macmat R6 - Vegetati	0.1	$0.0314 t^2 - 4.994 t + 356$
Macmat R8	0.0303	$0.0079 t^2 - 2.425 t + 201$
Macmat R8 - Vegetati	0.1	$0.0414 t^2 - 5.638 t + 376$
Macmat N10	0.0303	$0.00117 t^2 - 2.404 t + 143$
Macmat N10 - Vegetati	0.1	$0.0105 t^2 - 3.021 t + 315$
Macmat N20	0.0303	$0.0195 t^2 - 3.393 t + 195$
Macmat N20 - Vegetati	0.1	$0.0125 t^2 - 3.535 t + 350$

Riprap/Rock Wall	0.04	300.8
Riprap/Rock Wall - Vegetati	0.4	350
Blocchetti in cemento	0.02	250
Blocchetti in cemento - Vegetati	0.3	350

Tabella 3: Valori della scabrezza e della tensione tangenziale resistente per alcuni materiali di rivestimento dell'alveo

Nel caso in cui il rivestimento delle sponde sia realizzato in gabbioni, materassini “Reno” e Riprap, i valori della tensione critica devono essere opportunamente ridotti di un coefficiente “ks” il cui valore è calcolato mediante la seguente espressione:

$$k_s = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta}{\sin^2 \varphi}}$$

dove:

θ = pendenza delle sponde

φ = angolo caratteristico (60° per Gabbioni e materassini Reno, 40° per i Riprap)

Dal momento che gli interventi in progetto prevedono opere di ingegneria naturalistica, le verifiche a trascinamento, sono state condotte considerando diversi valori della portata, come specificato di seguito:

1. Verifica a trascinamento per Tr=30 anni: serve a valutare il rischio di erosione in condizioni di piena ricorrente evitando il trasporto di sedimenti dal tratto oggetto di intervento;
2. Verifica a trascinamento per Tr=100 anni: serve a valutare il rischio di erosione in caso di piene eccezionali (in tal caso si potrebbe ammettere un minimo di erosione, ad esempio sulle sponde, data l'eccezionalità dell'evento); tale verifica è stata effettuata per il tratto in corrispondenza dello smottamento.

INTERVENTI DI PROGETTO E RISULTATI DELLE VERIFICHE

Le verifiche sul tirante idrico con portata corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 300 anni, hanno avuto esito positivo, anche per lo Stato di Fatto (si rimanda alle apposite Schede di Calcolo in appendice); si è rilevato, invece, un diffuso problema di erosione per quasi tutte le sezioni.

Sulla scorta di quanto rilevato per lo stato di fatto, dunque, gli interventi previsti sono essenzialmente limitati a ridurre i fenomeni erosivi, anche per evitare di innescare ulteriori smottamenti lungo le sponde. I principali interventi in progetto possono essere riassunti nelle seguenti categorie:

1. Pulizia dell'alveo dai depositi e detriti sedimentati, decespugliamento e abbattimento alberi per una larghezza non inferiore alla larghezza del pelo libero per una portata trecentennale;
2. Riprofilatura della sezione dell'alveo, con fondo di larghezza 1 metro e sponde inclinate di circa 30-35°;
3. Riduzione della pendenza nei punti più ripidi e a maggior rischio erosione mediante la realizzazione di piccoli salti (circa 100 cm); posa in opera, in corrispondenza del dislivello, di gabbioni (altezza 100 cm);
4. Protezione dall'erosione mediante posa in opera di geostuoia tridimensionale (sp. Minimo 19 mm), materassini “Reno” sul fondo e semina sulle sponde nei tratti a maggior rischio

erosione;

5. Piantumazione di talee e vimate vive in corrispondenza dei tratti caratterizzati da sponde più ripide, realizzazione di palizzate vive o gabbioni nei punti dove la semplice geostuoia con rinverdimento non è sufficiente a garantire i risultati voluti.

Volendo suddividere gli interventi in funzione dei tratti dell'alveo oggetto di intervento, si riporta quanto di seguito:

1. Sez. da 1 a 6: gabbioni sul fondo+geostuoia e protezione delle sponde laterali mediante palizzate rinverdite;
2. Sez. da 6 a 12: materassino reno sul fondo+geostuoia e protezione le sponde laterali mediante geostuoia rinverdita con talee;
3. Sez. da 12 a 37: riduzione della pendenza mediante piccole briglie in gabbioni (altezza massima 100 cm) materassino reno sul fondo+geostuoia e protezione le sponde laterali mediante geostuoia rinverdita con talee;
4. Sez. da 37 a 47: materassino reno sul fondo+geostuoia e protezione le sponde laterali mediante geostuoia rinverdita con talee;
5. Sez. da 47 a 50: riduzione della pendenza mediante piccole briglie in gabbioni (altezza massima 100 cm) materassino reno sul fondo+geostuoia e protezione le sponde laterali mediante geostuoia rinverdita con talee;
6. Sez. da 50 a 55: materassino reno sul fondo+geostuoia e protezione le sponde laterali mediante geostuoia rinverdita con talee;
7. Sez. da 55 a 60: riduzione della pendenza mediante piccole briglie in gabbioni (altezza massima 100 cm), materassino reno sul fondo+geostuoia e protezione le sponde laterali mediante geostuoia rinverdita con talee, gabbionate sulle sponde in tratti localizzati;
8. Sez. da 60 a seguire: materassino reno sul fondo+geostuoia e protezione le sponde laterali mediante geostuoia rinverdita con talee;

Per i dettagli delle verifiche delle singole sezioni si rimanda all'Appendice alla presente relazione, che riporta le “Schede di Calcolo” sezione per sezione e a seconda delle portate al variare del Tempo di Ritorno.

CONCLUSIONI

Gli interventi descritti in precedenza sono stati concepiti con lo scopo di proteggere il più possibile l'abitato di Pellezzano (Località Capezzano) dal rischio idrogeologico derivante dalla presenza del Torrente Acqua del Corvo. Sono state pertanto verificate le principali sezioni idrauliche, specie in corrispondenza degli attraversamenti. Si è previsto poi di intervenire con una pulizia dell'alveo mediante taglio della vegetazione e con interventi puntuali di ingegneria naturalistica volti a proteggere il fondo alveo e le scarpate laterali dall'erosione.

In conclusione, le sezioni investigate risultano idonee a contenere, con adeguato margine di sicurezza, una portata al colmo di piena con periodo di ritorno trecentennale. Gli interventi inoltre consentono di proteggere le sezioni dall'erosione per una portata corrispondente a Tr 30 anni e, per la zona in smottamento, anche per Tr 100 anni.

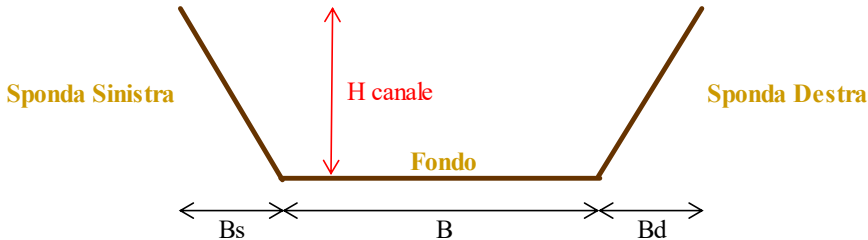
Il Progettista

Arch. Gianfranco Guarino

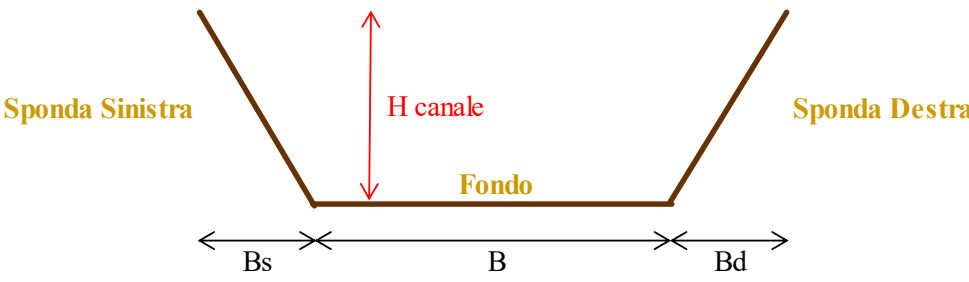


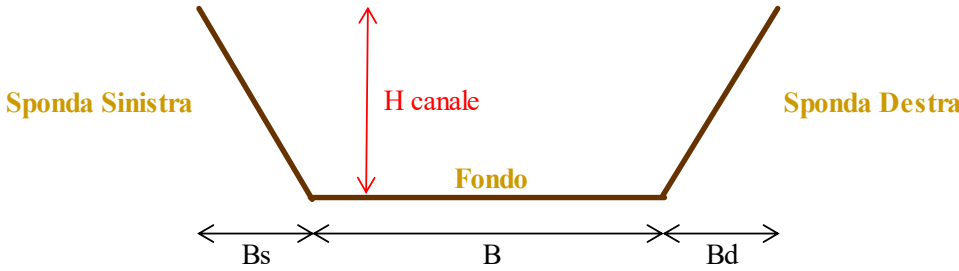
APPENDICI

SCHEDE VERIFICHE IDRAULICHE – STATO DI FATTO

Sezione: Stato di Fatto - Sezione 3 - Tr=30							
							
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE							
Q [mc/s]=	4.01		H [m]=	6.70	B [m]=	2.00	
i [%]=	9.50		Bs [m]=	7.85	Bd [m]=	7.53	
i [adim.]=	0.0950		ϑ_s [°]=	40.48	ϑ_d [°]=	41.66	
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)	ϑ_s [rad]=	0.706524	ϑ_d [rad]=	0.727137	
MATERIALI DI RICOPRIMENTO							
SPONDA SINISTRA	Terra in cattive condizioni. Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia						
FONDO	Terra in cattive condizioni. Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia						
SPONDA DESTRA	Terra in cattive condizioni. Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia						
VERIFICHE							
<u>VERIFICHE IDRAULICHE</u> Effettuate e superate							
Moto uniforme	hu [m]=	0.38	vu [m/s]=	4.53	Ru [m]=	0.29	
Moto critico	hc [m]=	0.66	vc [m/s]=	2.25	Rc [m]=	0.45	
Tipologia canale: Forte Pendenza							
<u>VERIFICHE EROSIONE:</u> Effettuate							
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?						No	
Le sponde sono ricoperte con Riprap?						No	
	τ agente [N/mq]		τ resistente [N/mq]		ESITO VERIFICA		
Sponda sx	323.41		30		NON Superata		
Fondo	431.21		30		NON Superata		
Sponda dx	323.41		30		NON Superata		
NOTE							

Sezione: Stato di Fatto - Sezione 3 - Tr=300									
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE									
Q [mc/s]=	6.79			H [m]=	6.70	B [m]=	2.00		
i [%]=	9.50			Bs [m]=	7.85	Bd [m]=	7.53		
i [adim.]=	0.0950			ϑ_s [°]=	40.48	ϑ_d [°]=	41.66		
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)		ϑ_s [rad]=	0.706524	ϑ_d [rad]=	0.727137		
MATERIALI DI RICOPRIMENTO									
SPONDA SINISTRA		Terra in cattive condizioni. Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
FONDO		Terra in cattive condizioni. Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
SPONDA DESTRA		Terra in cattive condizioni. Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
VERIFICHE									
VERIFICHE IDRAULICHE Effettuate e superate									
Moto uniforme	hu [m]=	0.51	vu [m/s]=	5.31	Ru [m]=	0.37			
Moto critico	hc [m]=	0.89	vc [m/s]=	2.55	Rc [m]=	0.57			
Tipologia canale: Forte Pendenza									
VERIFICHE EROSIONE: Effettuate									
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?							No		
Le sponde sono ricoperte con Riprap?							No		
		τ agente [N/mq]		τ resistente [N/mq]	ESITO VERIFICA				
Sponda sx		406.81		30	NON Superata				
Fondo		542.42		30	NON Superata				
Sponda dx		406.81		30	NON Superata				
NOTE									

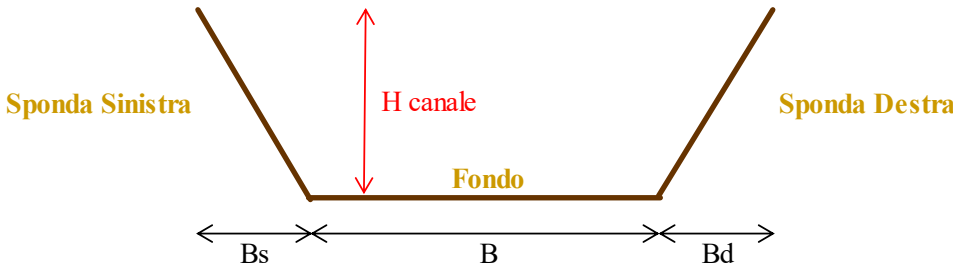
Sezione: Stato di Fatto - Sezione 9 - Tr=30					
					
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE					
Q [mc/s]=	4.01		H [m]=	2.14	B [m]= 8.56
i [%]=	4.40		Bs [m]=	1.57	Bd [m]= 3.12
i [adim.]=	0.0440		ϑ_s [°]=	53.73	ϑ_d [°]= 34.45
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)	ϑ_s [rad]=	0.937845	ϑ_d [rad]= 0.601198
MATERIALI DI RICOPRIMENTO					
SPONDA SINISTRA	Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia				
FONDO	Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia				
SPONDA DESTRA	Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia				
VERIFICHE					
<u>VERIFICHE IDRAULICHE</u> Effettuate e superate					
Moto uniforme	hu [m]=	0.2	vu [m/s]=	2.32	Ru [m]= 0.19
Moto critico	hc [m]=	0.28	vc [m/s]=	1.63	Rc [m]= 0.26
Tipologia canale: Forte Pendenza					
<u>VERIFICHE EROSIONE:</u> Effettuate					
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?					No
Le sponde sono ricoperte con Riprap?					No
		τ agente [N/mq]	τ resistente [N/mq]	ESITO VERIFICA	
Sponda sx		87.14	30	NON Superata	
Fondo		116.18	30	NON Superata	
Sponda dx		87.14	30	NON Superata	
NOTE					

Sezione: Stato di Fatto - Sezione 9 - Tr=300					
					
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE					
Q [mc/s]=	6.79		H [m]=	2.14	B [m]= 8.56
i [%]=	4.40		Bs [m]=	1.57	Bd [m]= 3.12
i [adim.]=	0.0440		ϑ_s [°]=	53.73	ϑ_d [°]= 34.45
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)	ϑ_s [rad]=	0.937845	ϑ_d [rad]= 0.601198
MATERIALI DI RICOPRIMENTO					
SPONDA SINISTRA		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia			
FONDO		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia			
SPONDA DESTRA		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia			
VERIFICHE					
<u>VERIFICHE IDRAULICHE</u> Effettuate e superate					
Moto uniforme	hu [m]=	0.28	vu [m/s]=	2.88	Ru [m]= 0.26
Moto critico	hc [m]=	0.4	vc [m/s]=	1.93	Rc [m]= 0.37
Tipologia canale: Forte Pendenza					
<u>VERIFICHE EROSIONE:</u> Effettuate					
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?					No
Le sponde sono ricoperte con Riprap?					No
	τ agente [N/mq]	τ resistente [N/mq]	ESITO VERIFICA		
Sponda sx	121.66	30	NON Superata		
Fondo	162.21	30	NON Superata		
Sponda dx	121.66	30	NON Superata		
NOTE					

Sezione: Stato di Fatto - Sezione 11 - Tr=30									
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE									
Q [mc/s]=	5.73			H [m]=	1.38	B [m]=	13.54		
i [%]=	4.40			Bs [m]=	2.31	Bd [m]=	2.30		
i [adim.]=	0.0440			ϑ_s [°]=	30.85	ϑ_d [°]=	30.96		
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)		ϑ_s [rad]=	0.538507	ϑ_d [rad]=	0.54042		
MATERIALI DI RICOPRIMENTO									
SPONDA SINISTRA		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
FONDO		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
SPONDA DESTRA		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
VERIFICHE									
<u>VERIFICHE IDRAULICHE</u> Effettuate e superate									
Moto uniforme		hu [m]=	0.19	vu [m/s]=	2.27	Ru [m]=	0.18		
Moto critico		hc [m]=	0.27	vc [m/s]=	1.60	Rc [m]=	0.26		
Tipologia canale: Forte Pendenza									
<u>VERIFICHE EROSIONE:</u> Effettuate									
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?							No		
Le sponde sono ricoperte con Riprap?							No		
		τ agente [N/mq]		τ resistente [N/mq]		ESITO VERIFICA			
Sponda sx		85.43		30		NON Superata			
Fondo		113.91		30		NON Superata			
Sponda dx		85.43		30		NON Superata			
NOTE									

Sezione: Stato di Fatto - Sezione 11 - Tr=300									
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE									
Q [mc/s]=	9.71		H [m]=	1.38	B [m]=	13.54			
i [%]=	4.40		Bs [m]=	2.31	Bd [m]=	2.30			
i [adm.]=	0.0440		ϑ_s [°]=	30.85	ϑ_d [°]=	30.96			
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)	ϑ_s [rad]=	0.538507	ϑ_d [rad]=	0.54042			
MATERIALI DI RICOPRIMENTO									
SPONDA SINISTRA		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
FONDO		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
SPONDA DESTRA		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
VERIFICHE									
<u>VERIFICHE IDRAULICHE</u> Effettuate e superate									
Moto uniforme hu [m]= 0.26 vu [m/s]= 2.77 Ru [m]= 0.25									
Moto critico hc [m]= 0.37 vc [m/s]= 1.86 Rc [m]= 0.35									
Tipologia canale: Forte Pendenza									
<u>VERIFICHE EROSIONE:</u> Effettuate									
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?						No			
Le sponde sono ricoperte con Riprap?						No			
		τ agente [N/mq]		τ resistente [N/mq]		ESITO VERIFICA			
Sponda sx		115.40		30		NON Superata			
Fondo		153.86		30		NON Superata			
Sponda dx		115.40		30		NON Superata			
NOTE									

Sezione: Stato di Fatto - Sezione 37 - Tr=30									
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE									
Q [mc/s]=	7.88		H [m]=	1.50	B [m]=	1.09			
i [%]=	20.00		Bs [m]=	3.90	Bd [m]=	0.00			
i [adim.]=	0.2000		ϑ_s [°]=	21.04	ϑ_d [°]=	90			
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)	ϑ_s [rad]=	0.367174	ϑ_d [rad]=	1.570795			
MATERIALI DI RICOPRIMENTO									
SPONDA SINISTRA		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
FONDO		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
SPONDA DESTRA		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
VERIFICHE									
<u>VERIFICHE IDRAULICHE</u> Effettuate e superate									
Moto uniforme	hu [m]=	0.6	vu [m/s]=	7.17	Ru [m]=	0.33			
Moto critico	hc [m]=	1.15	vc [m/s]=	2.67	Rc [m]=	0.55			
Tipologia canale: Forte Pendenza									
<u>VERIFICHE EROSIONE:</u> Effettuate									
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?						No			
Le sponde sono ricoperte con Riprap?						No			
		τ agente [N/mq]	τ resistente [N/mq]	ESITO VERIFICA					
Sponda sx		819.16	30	NON Superata					
Fondo		1092.21	30	NON Superata					
Sponda dx		819.16	30	NON Superata					
NOTE									
Il valore di "H=1.5 m" è stato inserito solamente per modellare la pendenza della sponda sinistra, così come risultante dai rilievi e a seguito dei depositi di terreno venutisi a creare. L'altezza effettiva della sezione in corrispondenza del ponte è almeno pari a 4.5 m.									

Sezione: Stato di Fatto - Sezione 37 - Tr=300									
									
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE									
Q [mc/s]=	13.34		H [m]=	1.50	B [m]=	1.09			
i [%]=	20.00		Bs [m]=	3.90	Bd [m]=	0.00			
i [adim.]=	0.2000		ϑ_s [°]=	21.04	ϑ_d [°]=	90			
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)	ϑ_s [rad]=	0.367174	ϑ_d [rad]=	1.570795			
MATERIALI DI RICOPRIMENTO									
SPONDA SINISTRA		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
FONDO		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
SPONDA DESTRA		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
VERIFICHE									
<u>VERIFICHE IDRAULICHE</u> Effettuate e superate									
Moto uniforme		hu [m]=	0.78	vu [m/s]=	8.17	Ru [m]=	0.41		
Moto critico		hc [m]=	1.49	vc [m/s]=	2.99	Rc [m]=	0.67		
Tipologia canale: Forte Pendenza									
<u>VERIFICHE EROSIONE:</u> Effettuate									
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?							No		
Le sponde sono ricoperte con Riprap?							No		
		τ agente [N/mq]		τ resistente [N/mq]		ESITO VERIFICA			
Sponda sx		1005.15		30		NON Superata			
Fondo		1340.20		30		NON Superata			
Sponda dx		1005.15		30		NON Superata			
NOTE									
Il valore di "H=1.5 m" è stato inserito solamente per modellare la pendenza della sponda sinistra, così come risultante dai rilievi e a seguito dei depositi di terreno venutisi a creare. L'altezza effettiva della sezione in corrispondenza del ponte è almeno pari a 4.5 m.									

Sezione: Stato di Fatto - Sezione 50 - Tr=30							
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE							
Q [mc/s]=	8.82		H [m]=	1.75	B [m]=	4.60	
i [%]=	11.00		Bs [m]=	0.00	Bd [m]=	0.00	
i [adim.]=	0.1100		ϑ_s [°]=	90	ϑ_d [°]=	90	
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)	ϑ_s [rad]=	1.570795	ϑ_d [rad]=	1.570795	
MATERIALI DI RICOPRIMENTO							
SPONDA SINISTRA		Cemento abbastanza o molto ruvido ed eventuali depositi sul fondo. Muratura irregolare o di pietrame. Terra regolarissima senza vegetazione					
FONDO		Terra in cattive condizioni. Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia					
SPONDA DESTRA		Cemento abbastanza o molto ruvido ed eventuali depositi sul fondo. Muratura irregolare o di pietrame. Terra regolarissima senza vegetazione					
VERIFICHE							
<u>VERIFICHE IDRAULICHE</u> <i>Effettuate e superate</i>							
Moto uniforme	hu [m]=	0.36	vu [m/s]=	5.54	Ru [m]=	0.31	
Moto critico	hc [m]=	0.73	vc [m/s]=	2.68	Rc [m]=	0.55	
Tipologia canale: Forte Pendenza							
<u>VERIFICHE EROSIONE:</u> <i>Effettuate</i>							
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?						No	
Le sponde sono ricoperte con Riprap?						No	
		τ agente [N/mq]	τ resistente [N/mq]	ESITO VERIFICA			
Sponda sx		457.15	10000	Superata			
Fondo		609.54	30	NON Superata			
Sponda dx		457.15	10000	Superata			
NOTE							
Il valore di "H=1.75 m" si intende dalla quota media del fondo alveo fino alla spalla dell'attraversamento.							

Sezione: Stato di Fatto - Sezione 50 - Tr=300					
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE					
Q [mc/s]=	14.94		H [m]=	1.75	B [m]= 4.60
i [%]=	11.00		Bs [m]=	0.00	Bd [m]= 0.00
i [adim.]=	0.1100		ϑ_s [°]=	90	ϑ_d [°]= 90
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)	ϑ_s [rad]=	1.570795	ϑ_d [rad]= 1.570795
MATERIALI DI RICOPRIMENTO					
SPONDA SINISTRA	Cemento abbastanza o molto ruvido ed eventuali depositi sul fondo. Muratura irregolare o di pietrame. Terra regolarissima senza vegetazione				
FONDO	Terra in cattive condizioni. Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia				
SPONDA DESTRA	Cemento abbastanza o molto ruvido ed eventuali depositi sul fondo. Muratura irregolare o di pietrame. Terra regolarissima senza vegetazione				
VERIFICHE					
<u>VERIFICHE IDRAULICHE</u> Effettuate e superate					
Moto uniforme	hu [m]=	0.49	vu [m/s]=	6.75	Ru [m]= 0.40
Moto critico	hc [m]=	1.03	vc [m/s]=	3.18	Rc [m]= 0.71
Tipologia canale: Forte Pendenza					
<u>VERIFICHE EROSIONE:</u> Effettuate					
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?					No
Le sponde sono ricoperte con Riprap?					No
	τ agente [N/mq]	τ resistente [N/mq]	ESITO VERIFICA		
Sponda sx	586.91	10000	Superata		
Fondo	782.55	30	NON Superata		
Sponda dx	586.91	10000	Superata		
NOTE					
Il valore di "H=1.75 m" si intende dalla quota media del fondo alveo fino alla spalla dell'attraversamento.					

Sezione: Stato di Fatto - Sezione 61 - Tr=30									
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE									
Q [mc/s]=	10.23			H [m]=	12.00	B [m]=	16.36		
i [%]=	9.70			Bs [m]=	10.50	Bd [m]=	6.24		
i [adim.]=	0.0970			ϑ_s [°]=	48.81	ϑ_d [°]=	62.53		
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)		ϑ_s [rad]=	0.851966	ϑ_d [rad]=	1.091277		
MATERIALI DI RICOPRIMENTO									
SPONDA SINISTRA		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
FONDO		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
SPONDA DESTRA		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
VERIFICHE									
<u>VERIFICHE IDRAULICHE</u> Effettuate e superate									
Moto uniforme	hu [m]=	0.19	vu [m/s]=	3.39	Ru [m]=	0.19			
Moto critico	hc [m]=	0.34	vc [m/s]=	1.81	Rc [m]=	0.33			
Tipologia canale: Forte Pendenza									
<u>VERIFICHE EROSIONE:</u> Effettuate									
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?							No		
Le sponde sono ricoperte con Riprap?							No		
		τ agente [N/mq]		τ resistente [N/mq]	ESITO VERIFICA				
Sponda sx		238.75		30	NON Superata				
Fondo		318.33		30	NON Superata				
Sponda dx		238.75		30	NON Superata				
NOTE									
Il valore di "B=16.36 m" si intende quale larghezza dell'alveo al netto dell'ingombro delle due pile del ponte.									

Sezione: Stato di Fatto - Sezione 61 - Tr=300									
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE									
Q [mc/s]=	17.33			H [m]=	12.00	B [m]=	16.36		
i [%]=	9.70			Bs [m]=	10.50	Bd [m]=	6.24		
i [adim.]=	0.0970			ϑ_s [°]=	48.81	ϑ_d [°]=	62.53		
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)		ϑ_s [rad]=	0.851966	ϑ_d [rad]=	1.091277		
MATERIALI DI RICOPRIMENTO									
SPONDA SINISTRA		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
FONDO		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
SPONDA DESTRA		Terra in cattive condizioni.Corsi d'acqua naturali con ciottoli e ghiaia							
VERIFICHE									
<u>VERIFICHE IDRAULICHE</u> Effettuate e superate									
Moto uniforme		hu [m]=	0.26	vu [m/s]=	4.15	Ru [m]=	0.25		
Moto critico		hc [m]=	0.49	vc [m/s]=	2.17	Rc [m]=	0.47		
Tipologia canale: Forte Pendenza									
<u>VERIFICHE EROSIONE:</u> Effettuate									
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?							No		
Le sponde sono ricoperte con Riprap?							No		
		τ agente [N/mq]		τ resistente [N/mq]		ESITO VERIFICA			
Sponda sx		338.99		30		NON Superata			
Fondo		451.98		30		NON Superata			
Sponda dx		338.99		30		NON Superata			
NOTE									
Il valore di "B=16.36 m" si intende quale larghezza dell'alveo al netto dell'ingombro delle due pile del ponte.									

Sezione: Stato di Progetto - Sezione 3 - Tr=30							
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE							
Q [mc/s]=	4.01		H [m]=	6.70	B [m]=	1.50	
i [%]=	9.50		Bs [m]=	0.00	Bd [m]=	0.00	
i [adim.]=	0.0950		ϑ_s [°]=	90	ϑ_d [°]=	90	
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)	ϑ_s [rad]=	1.570795	ϑ_d [rad]=	1.570795	
MATERIALI DI RICOPRIMENTO							
SPONDA SINISTRA		Cemento perfettamente liscio. Legno piallato. Metalliche senza risalti nei giunti					
FONDO		Gabbioni 0.50m - Vegetati					
SPONDA DESTRA		Cemento perfettamente liscio. Legno piallato. Metalliche senza risalti nei giunti					
VERIFICHE							
<u>VERIFICHE IDRAULICHE</u> Effettuate e superate							
Moto uniforme	hu [m]=	0.5	vu [m/s]=	5.44	Ru [m]=	0.30	
Moto critico	hc [m]=	0.9	vc [m/s]=	2.97	Rc [m]=	0.41	
Tipologia canale: Forte Pendenza							
<u>VERIFICHE EROSIONE:</u> Effettuate							
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?						No	
Le sponde sono ricoperte con Riprap?						No	
		τ agente [N/mq]	τ resistente [N/mq]	ESITO VERIFICA			
Sponda sx		291.48	10000	Superata			
Fondo		388.64	500	Superata			
Sponda dx		291.48	10000	Superata			
NOTE							

Sezione: Stato di Progetto - Sezione 3 - Tr=100									
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE									
Q [mc/s]=	6.79		H [m]=	6.70	B [m]=	1.50			
i [%]=	9.50		Bs [m]=	0.00	Bd [m]=	0.00			
i [adim.]=	0.0950		ϑ_s [°]=	90	ϑ_d [°]=	90			
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)	ϑ_s [rad]=	1.570795	ϑ_d [rad]=	1.570795			
MATERIALI DI RICOPRIMENTO									
SPONDA SINISTRA		Cemento perfettamente liscio. Legno piallato. Metalliche senza risalti nei giunti							
FONDO		Gabbioni 0.50m - Vegetati							
SPONDA DESTRA		Cemento perfettamente liscio. Legno piallato. Metalliche senza risalti nei giunti							
VERIFICHE									
<u>VERIFICHE IDRAULICHE</u> Effettuate e superate									
Moto uniforme		hu [m]=	0.66	vu [m/s]=	6.94	Ru [m]=	0.35		
Moto critico		hc [m]=	1.28	vc [m/s]=	3.54	Rc [m]=	0.47		
Tipologia canale: Forte Pendenza									
<u>VERIFICHE EROSIONE:</u> Effettuate									
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?							No		
Le sponde sono ricoperte con Riprap?							No		
		τ agente [N/mq]		τ resistente [N/mq]		ESITO VERIFICA			
Sponda sx		336.95		10000		Superata			
Fondo		449.26		500		Superata			
Sponda dx		336.95		10000		Superata			
NOTE									

Sezione: Stato di Progetto - Sezione 9 - Tr=30									
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE									
Q [mc/s]=	4.01		H [m]=	2.14	B [m]=	1.50			
i [%]=	4.40		Bs [m]=	1.57	Bd [m]=	3.12			
i [adim.]=	0.0440		ϑ_s [°]=	53.73	ϑ_d [°]=	34.45			
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)	ϑ_s [rad]=	0.937845	ϑ_d [rad]=	0.601198			
MATERIALI DI RICOPRIMENTO									
SPONDA SINISTRA		Macmat R8 - Vegetati							
FONDO		Materasso Reno 0.23-0.25m+Macmat R6							
SPONDA DESTRA		Macmat R8 - Vegetati							
VERIFICHE									
<u>VERIFICHE IDRAULICHE</u> Effettuate e superate									
Moto uniforme		hu [m]=	0.7	vu [m/s]=	2.53	Ru [m]=	0.44		
Moto critico		hc [m]=	0.75	vc [m/s]=	2.33	Rc [m]=	0.46		
Tipologia canale: Forte Pendenza									
<u>VERIFICHE EROSIONE:</u> Effettuate									
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?							No		
Le sponde sono ricoperte con Riprap?							No		
		τ agente [N/mq]		τ resistente [N/mq]		ESITO VERIFICA			
Sponda sx		152.99		314.3056		Superata			
Fondo		203.99		310		Superata			
Sponda dx		152.99		314.3056		Superata			
NOTE									

Sezione: Stato di Progetto - Sezione 11 - Tr=30									
<div><div><div><div><div><div></div><div></div></div><div><div>Sponda Sinistra</div><div>Sponda Destra</div></div><div><div>H canale</div><div>Fondo</div></div></div><div><div><div><div></div><div>Bs</div></div><div><div></div><div>B</div></div><div><div></div><div>Bd</div></div></div></div></div></div></div>									
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE									
Q [mc/s]=	5.73			H [m]=	1.38	B [m]=	2.00		
i [%]=	4.40			Bs [m]=	2.31	Bd [m]=	2.30		
i [adim.]=	0.0440			ϑ s [°]=	30.85	ϑ d [°]=	30.96		
τ c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)		ϑ s [rad]=	0.538507	ϑ d [rad]=	0.54042		
MATERIALI DI RICOPRIMENTO									
SPONDA SINISTRA		Macmat R8 - Vegetati							
FONDO		Materasso Reno 0.30m+Macmat R6							
SPONDA DESTRA		Macmat R8 - Vegetati							
VERIFICHE									
VERIFICHE IDRAULICHE		Effettuate e superate							
Moto uniforme		hu [m]=	0.69	vu [m/s]=	2.66	Ru [m]=	0.46		
Moto critico		hc [m]=	0.76	vc [m/s]=	2.32	Rc [m]=	0.50		
Tipologia canale:		Forte Pendenza							
VERIFICHE EROSIONE:		Effettuate							
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?							No		
Le sponde sono ricoperte con Riprap?							No		
		τ agente [N/mq]		τ resistente [N/mq]		ESITO VERIFICA			
Sponda sx		165.35		314.3056		Superata			
Fondo		220.46		380		Superata			
Sponda dx		165.35		314.3056		Superata			
NOTE									

Sezione: Stato di Progetto - Sezione 37 - Tr=30									
<div><div><div><div><div><div></div><div>Sponda Sinistra</div></div></div><div><div><div></div><div>Fondo</div></div><div><div></div><div>Sponda Destra</div></div></div></div><div><div><div><div></div><div>H canale</div></div><div><div></div><div></div></div></div><div><div><div><div></div><div>Bs</div></div><div><div></div><div>B</div></div><div><div></div><div>Bd</div></div></div></div></div></div></div>									
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE									
Q [mc/s]=	7.88			H [m]=	1.50	B [m]=	1.00		
i [%]=	6.00			Bs [m]=	3.90	Bd [m]=	0.00		
i [adim.]=	0.0600			ϑ_s [°]=	21.04	ϑ_d [°]=	90		
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)		ϑ_s [rad]=	0.367174	ϑ_d [rad]=	1.570795		
MATERIALI DI RICOPRIMENTO									
SPONDA SINISTRA		Macmat N20 - Vegetati							
FONDO		Materasso Reno 0.30m+Macmat R6							
SPONDA DESTRA		Macmat N20 - Vegetati							
VERIFICHE									
<div><div>VERIFICHE IDRAULICHE</div><div>Effettuate e superate</div></div>									
Moto uniforme		hu [m]=	1.24	vu [m/s]=	2.45	Ru [m]=	0.57		
Moto critico		hc [m]=	1.17	vc [m/s]=	2.68	Rc [m]=	0.54		
Tipologia canale: Debole Pendenza									
<div><div>VERIFICHE EROSIONE:</div><div>Effettuate</div></div>									
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?							No		
Le sponde sono ricoperte con Riprap?							No		
		τ agente [N/mq]		τ resistente [N/mq]		ESITO VERIFICA			
Sponda sx		255.96		309.38		Superata			
Fondo		341.28		380		Superata			
Sponda dx		255.96		309.38		Supेरata			
NOTE									
Per evitare l'erosione bisogna necessariamente ridurre la pendenza al 6%, con conseguente creazione di "salti". Il valore di "H=1.5 m" è stato inserito solamente per modellare la pendenza della sponda sinistra, così come risultante dai rilievi e a seguito dei depositi di terreno venutisi a creare. L'altezza effettiva della sezione in corrispondenza del ponte è almeno pari a 4.5 m.									

Sezione: Stato di Progetto - Sezione 50 - Tr=30							
<div><div><div><div><div>Sponda Sinistra</div><div>H canale</div><div>Fondo</div><div>Sponda Destra</div></div><div><div>Bs</div><div>B</div><div>Bd</div></div></div></div></div>							
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE							
Q [mc/s]=	8.82			H [m]=	1.75	B [m]=	2.50
i [%]=	6.50			Bs [m]=	1.70	Bd [m]=	1.70
i [adim.]=	0.0650			∅s [°]=	45.83	∅d [°]=	45.83
τc [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)		∅s [rad]=	0.79989	∅d [rad]=	0.79989
MATERIALI DI RICOPRIMENTO							
SPONDA SINISTRA		Macmat R8 - Vegetati					
FONDO		Gabbioni 0.50m					
SPONDA DESTRA		Macmat R8 - Vegetati					
VERIFICHE							
VERIFICHE IDRAULICHE Effettuate e superate							
Moto uniforme	hu [m]=	0.74	vu [m/s]=	3.76	Ru [m]=	0.52	
Moto critico	hc [m]=	0.96	vc [m/s]=	2.72	Rc [m]=	0.64	
Tipologia canale: Forte Pendenza							
VERIFICHE EROSIONE: Effettuate							
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?						No	
Le sponde sono ricoperte con Riprap?						No	
		τ agente [N/mq]		τ resistente [N/mq]	ESITO VERIFICA		
Sponda sx		310.32		314.3056	Superata		
Fondo		413.76		470.4	Superata		
Sponda dx		310.32		314.3056	Superata		
NOTE							
Anche in questo caso, per evitare erosione, bisogna ridurre la pendenza almeno al 6,5%. Il valore di "H=1.75 m" si intende dalla quota media del fondo alveo fino alla spalla dell'attraversamento.							

Sezione: Stato di Progetto - Sezione 60 - Tr=30							
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE							
Q [mc/s]=	10.23		H [m]=	1.00	B [m]=	2.50	
i [%]=	6.00		Bs [m]=	1.70	Bd [m]=	1.70	
i [adim.]=	0.0600		ϑ_s [°]=	30.47	ϑ_d [°]=	30.47	
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)	ϑ_s [rad]=	0.531724	ϑ_d [rad]=	0.531724	
MATERIALI DI RICOPRIMENTO							
SPONDA SINISTRA		Macmat R8 - Vegetati					
FONDO		Materasso Reno 0.30m+Macmat R6					
SPONDA DESTRA		Macmat R8 - Vegetati					
VERIFICHE							
<i>VERIFICHE IDRAULICHE Effettuate e superate</i>							
Moto uniforme	hu [m]=	0.77	vu [m/s]=	3.49	Ru [m]=	0.53	
Moto critico	hc [m]=	0.96	vc [m/s]=	2.60	Rc [m]=	0.63	
Tipologia canale: Forte Pendenza							
<i>VERIFICHE EROSIONE: Effettuate</i>							
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?						No	
Le sponde sono ricoperte con Riprap?						No	
		τ agente [N/mq]	τ resistente [N/mq]	ESITO VERIFICA			
Sponda sx		283.93	314.3056	Superata			
Fondo		378.57	380	Superata			
Sponda dx		283.93	314.3056	Superata			
NOTE							

Sezione: Stato di Progetto - Sezione 61 - Tr=30									
CARATTERISTICHE GENERALI CANALE									
Q [mc/s]=	10.23			H [m]=	12.00	B [m]=	16.36		
i [%]=	9.70			Bs [m]=	10.50	Bd [m]=	6.24		
i [adim.]=	0.0970			ϑ_s [°]=	48.81	ϑ_d [°]=	62.53		
τ_c [ore]=	12.00	(durata piena: da 0 a max 60)			ϑ_s [rad]=	0.851966	ϑ_d [rad]=	1.091277	
MATERIALI DI RICOPRIMENTO									
SPONDA SINISTRA		Macmat R8 - Vegetati							
FONDO		Materasso Reno 0.30m+Macmat R6							
SPONDA DESTRA		Macmat R8 - Vegetati							
VERIFICHE									
<u>VERIFICHE IDRAULICHE</u> Effettuate e superate									
Moto uniforme		hu [m]=	0.18	vu [m/s]=	3.47	Ru [m]=	0.18		
Moto critico		hc [m]=	0.34	vc [m/s]=	1.81	Rc [m]=	0.33		
Tipologia canale: Forte Pendenza									
<u>VERIFICHE EROSIONE:</u> Effettuate									
Le sponde sono ricoperte con Gabbioni o Materassini Reno ?							No		
Le sponde sono ricoperte con Riprap?							No		
		τ agente [N/mq]		τ resistente [N/mq]		ESITO VERIFICA			
Sponda sx		238.75		314.3056		Superata			
Fondo		318.33		380		Superata			
Sponda dx		238.75		314.3056		Superata			
NOTE									
<p>In questa sezione si può evitare di ridurre la pendenza e si potrebbe pensare di concentrare l'intervento solo in corrispondenza del ponte, per proteggerne le pile. Il valore di "B=16.36 m" si intende quale larghezza dell'alveo al netto dell'ingombro delle due pile del ponte.</p>									