Firmato digitalmente da CARLONI BRUNO C: IT

Città di Fisciano

Consorzio di Bonifica Integrale

COMPRENSORIO SARNO BACINI DEL SARNO, DEI TORRENTI VESUVIANI E DELL'IRNO

ACCORDO DI PROGRAMMA EX-ART.5 L.R. N.4/2003

OPERE DI DIFESA LONGITUDINALE LUNGO IL CORSO DEL TORRENTE SAN ROCCO IN LOCALITA' GAIANO DEL COMUNE DI FISCIANO (SA)

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO: N.2

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

DATA: GIUGNO 2021

PROGETTISTA:

ING. BRUNO CARLONI
(DIRETTORE AREA TECNICA-CONSORZIO)

ORDINE DEGLI INGEGNERI PROVINCIA DI SALERNO
INGEGNERE BRUNO CARLONI ALBO N. 1925

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

ING. GIUSEPPE VERTULLO
(COMUNE DI FISCIANO)

COLLABORAZIONI:

GEOM. ANTONIO GRECO
(UFFICIO PROGETTAZIONE E D.L.-CONSORZIO)
GEOM. GIOVANFIORE CATALANO
(CAPO UFFICIO CATASTO ED ESPR.-CONSORZIO)

COORDINATORE DELLA SICUREZZA CALCOLATORE STRUTTURE:

ING. GERARDO GUSTATO
(CAPO UFFICIO PROGETTAZIONE E D.L.-CONSORZIO)

CONSULENTI:

DOTT. IGNAZIO ESPOSITO (GEOLOGIA)
DOTT. IDA SORIENTE (FORESTAZIONE)

RILIEVO TOPOGRAFICO:

ING. ANTONIO VISONE

Indice

1 PREMESSA 2

2 VALUTAZIONE DELLE MASSIME PORTATE DI PIENA - METODO VAPI 3

2.1 Generalità 3

2.2 Valutazione del fattore regionale di crescita 4

2.3 Valutazione della piena media annua m(Q) 6

2.3.1 Criteri di stima 6

2.3.2 Il modello geomorfoclimatico 7

2.3.2.1 *Ipotesi di base 7*

2.3.2.2 *Caratteristiche morfometriche ed altimetriche dei bacini idrografici 10*

2.3.2.3 *La legge di probabilità pluviometrica areale 11*

2.3.2.4 *I parametri del modello geomorfoclimatico 15*

2.3.2.5 *La piena media annua 19*

3 VALUTAZIONE DELLE MASSIME PORTATE DI PIENA NATURALI - RISULTATI 20

3.1 Caratteristiche fisiografiche ed altimetriche dei bacini 20

3.2 Caratteristiche geologiche e di uso del suolo 21

3.3 La legge di probabilità pluviometrica 22

3.4 Stima delle portate di piena con il metodo VAPI 22

4 CALCOLI IDRAULICI. 24

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è lo studio idrologico ed idraulico inerente la progettazione delle *"Opere di difesa longitudinale lungo il corso del Torrente S.Rocco in località Gaiano del Comune di Fisciano (SA)"* .

In particolare, per la stima delle portate idrologiche afferenti alla sezione di chiusura del bacino idrografico (vedasi *elaborato n.16 - Bacino imbrifero sotteso dalla sezione di riferimento rapp. 1/5000*), si è fatto riferimento alla metodologia riportata nel Rapporto VAPI Campania (C.N.R. - Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche) illustrata nei paragrafi seguenti.

La stima delle portate per preassegnati periodi di ritorno ha permesso, successivamente, il dimensionamento e la verifica delle opere di sistemazione idraulica del tratto di torrente oggetto di dissesto idrogeologico.

2 Valutazione delle massime portate di piena - Metodo Vapi

Per quel che concerne la valutazione delle massime portate di piena naturali si è fatto riferimento alla metodologia riportata nel Rapporto VAPI Campania (C.N.R. - Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche) illustrata nei paragrafi seguenti.

2.1 Generalità

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 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 corrispondente al prefissato periodo di ritorno T, può essere valutata come:

$$Q_T = K_T \cdot m(Q)$$

dove:

- m(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.

Per quanto attiene alla valutazione del fattore regionale di crescita, il rapporto VAPI propone la formulazione riportata nell'apposito paragrafo seguente. Per la valutazione di m(Q), vengono invece indicate quattro differenti metodologie, due di tipo diretto, basate su formule monomie in cui la portata dipende essenzialmente dall'area del bacino, e due di tipo indiretto (la formula razionale e il modello geomorfoclimatico) in cui la piena indice viene valutata a partire dalle piogge e dipende in maniera più articolata dalle caratteristiche geomorfologiche del bacino (area, percentuale impermeabile, copertura boschiva).

Nella presente relazione viene descritto in dettaglio il **modello geomorfoclimatico**.

2.2 Valutazione del fattore regionale di crescita

Nell'ambito del Progetto VAPI del G.N.D.C.I./C.N.R. il territorio nazionale è stato suddiviso in aree idrologicamente omogenee, caratterizzate pertanto da un'unica distribuzione di probabilità delle piene annuali rapportate al valore medio (legge regionale di crescita con il periodo di ritorno $K_T(T)$).

L'indagine regionale volta alla determinazione di tale legge è stata svolta per la regione Campania nel Rapporto VAPI Campania sopra menzionato. I risultati sono stati ottenuti sotto forma di una relazione tra K_T e T esplicitata come:

$$T = \frac{1}{1 - \exp\left(-13{,}11 \cdot 0.0202^{K_T} - 0{,}923 \cdot 0{,}230^{K_T}\right)}$$

Questa relazione può essere valutata in prima approssimazione attraverso la seguente:

$$K_T = -0{,}0545 + 0{,}680 \cdot \mathrm{Ln}T$$

con un errore inferiore al 5% per T≥10 anni.

Nella tabella A che segue sono riportati, per diversi periodi di ritorno, i valori di K_T ottenuti dall'equazione precedente.

T (anni)	K_T
2	0.87
5	1.29
10	1.63
20	2.03
30	2.26
50	2.61
100	3.07
300	3.83
500	4.17
1000	4.64

Tabella A – *Legge regionale di crescita delle portate per la regione Campania*

2.3 Valutazione della piena media annua m(Q)

2.3.1 *Criteri di stima*

La piena media annua m(Q) è caratterizzata da una elevata variabilità spaziale che può essere spiegata, almeno in parte, ricorrendo a fattori climatici e geomorfologici.

E' dunque in genere necessario ricostruire modelli che consentano di mettere in relazione m(Q) con i valori assunti da grandezze caratteristiche del bacino.

Quando mancano i dati di portata direttamente misurati nelle sezioni di interesse, l'identificazione di tali modelli può essere ottenuta sostanzialmente attraverso due diverse metodologie:

- approcci di tipo puramente empirico, del tipo $m(Q) = a \cdot A^b$ (con A = superficie del bacino);

- approcci che si basano su modelli in cui la piena media annua viene valutata con parametri che tengano conto delle precipitazioni massime sul bacino e delle caratteristiche geomorfologiche (**modelli geomorfoclimatici**).

Il Rapporto VAPI Campania ha provveduto alla stima dei parametri sia per modelli empirici di vario tipo che per il modello geomorfoclimatico.

Tali parametri sono stati stimati utilizzando i dati di 12 delle 22 stazioni idrometriche presenti in Campania, corrispondenti a bacini di estensione variabile tra 95 Kmq (Tusciano ad Olevano) e 5542 Kmq (Volturno a Ponte Annibale).

Nel presente studio, mancando dati di misura di portata nelle sezioni di interesse, il calcolo della portata media annua al colmo di piena è stato effettuato in via indiretta, in accordo con la metodologia proposta dal VAPI, a partire dalle precipitazioni intense e in particolare con il "modello geomorfoclimatico", stimando m(Q) come una frazione della massima intensità di pioggia che può verificarsi sul bacino dipendente dalle caratteristiche geomorfologiche dello stesso.

2.3.2 *Il modello geomorfoclimatico*

2.3.2.1 *Ipotesi di base*

Ad eventi di pioggia brevi ed intensi corrispondono, di solito, deflussi di piena nella sezione terminale del bacino, dovuti essenzialmente allo scorrimento delle acque sui versanti e nei canali della rete idrografica.

Il bilancio idrologico di un bacino durante i fenomeni di piena può pertanto essere schematizzato considerando che fra i volumi in ingresso e quelli in uscita, si stabilisce una relazione per effetto di una concomitante trasformazione dei due sottosistemi da cui è costituito il bacino:

- sui versanti, un'aliquota delle precipitazioni totali viene persa a causa del fenomeno dell'infiltrazione e quindi ai fini del bilancio di piena nella sezione finale contribuisce soltanto una parte delle precipitazioni totali, definita pioggia "efficace";

- nella rete idrografica, l'aliquota delle piogge efficaci derivante dai versanti viene invasata e trasportata alla sezione di sbocco a costituire l'idrogramma

di piena, che si manifesta con un certo ritardo nei confronti del pluviogramma che lo ha causato.

Per definire l'effetto dei versanti sulla determinazione della pioggia "efficace", si definisce coefficiente di afflusso di piena C_f il rapporto tra i volumi di piena e le precipitazioni totali sul bacino in un prefissato intervallo di tempo.

Per tenere conto del ritardo con cui l'idrogramma di piena si manifesta nella sezione di chiusura di un bacino rispetto al pluviogramma che lo ha determinato, è necessario definire una funzione di risposta del bacino stesso ad un ingresso impulsivo unitario detto anche idrogramma unitario istantaneo o IUH. Per pluviogramma di forma rettangolare, con durata ed intensità in accordo con la legge di probabilità pluviometrica sul bacino $m[I_A(d)]$, l'idrogramma di piena corrispondente ha ordinata al colmo proporzionale all'intensità di pioggia per mezzo di un coefficiente di attenuazione di piena S(d) o funzione di picco $S(d) = \int_{t_p-d}^{d} u(\tau)dt$ in cui $u(\tau)$ è l'idrogramma unitario istantaneo, t_p è l'istante in cui si manifesta il colmo di piena, misurato a partire dal momento di inizio della pioggia.

La forma assunta da S(d) dipende sostanzialmente dal tempo di ritardo del reticolo idrografico t_r, definito come intervallo temporale che intercorre tra il baricentro del pluviogramma e quello dell'idrogramma corrispondente.

Definita la funzione S(d), la portata al colmo di piena per unità di area dipende in maniera proporzionale dal prodotto $m[I_A(d)]*S(d)$, in cui all'aumentare di d il primo termine diminuisce 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:

$$m(Q) = C_f \cdot A \cdot S(d_c) \cdot m[I_A(d_c)]$$

La (4) può essere riscritta come:

$$m(Q) = \frac{C_f \cdot q \cdot m[I_A(t_r)] \cdot A}{3.6}$$

in cui:

- t_r = tempo di ritardo del bacino, in ore;
- C_f = coefficiente di deflusso, caratteristico del bacino;
- $m[I_A(t_r)]$ = 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 km^2;
- q = coefficiente di attenuazione del colmo di piena.

Seguendo l'approccio sopra definito, per lo studio del bacino e per valutare la media dei massimi annuali della portata al colmo di piena m(Q), risulta in definitiva necessario:

- determinare le caratteristiche morfologiche ed altimetriche dei bacini idrografici;
- definire la legge di probabilità pluviometrica areale $m[I_A(d)]$;

- calcolare i parametri del modello geomorfoclimatico C_f e t_r.

2.3.2.2 *Caratteristiche morfometriche ed altimetriche dei bacini idrografici*

Ogni bacino è caratterizzato morfologicamente ed altimetricamente attraverso la definizione di una serie di grandezze. Precisamente sono state sono state considerate le seguenti caratteristiche geometriche:

- la superficie del bacino;
- la lunghezza dell'asta principale;
- la quota minima coincidente con quella della 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.

2.3.2.2.1 Altitudine media e Curva ipsografica

Per valutare l'altezza media di un bacino si divide tutta la superficie A in aree parziali A_i 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 suppone cioè che in quel breve tratto la pendenza sia costante. Si misurano, 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:

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

Essa rappresenta il valore medio della curva ipsografica; in particolare, è data dall'area compresa tra la curva ipsografica e gli assi coordinati divisa per l'area dell'intero bacino.

Pertanto nello studio del bacino si costruisce anche la curva ipsografica, che rappresenta la ripartizione delle aree topografiche nelle varie fasce altimetriche. Essa si traccia considerando la successione dei valori delle superfici poste al di sopra di prefissati valori delle quote. La curva ipsografica permette anche di determinare l'estensione del bacino al di sopra o al di sotto di una certa quota.

2.3.2.3 *La legge di probabilità pluviometrica areale*

La legge di probabilità pluviometrica areale consente di conoscere come varia la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia $m[h_A(d)]$ in funzione della durata d e dell'area del bacino A.

Nota la legge $m[h_A(d)]$, è possibile definire la media dei massimi annuali dell'intensità di pioggia areale come:

$$m[I_A(d)] = m[h_A(d)]/d$$

La metodologia comunemente impiegata consiste nell'ottenere la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia areale m $[h_A(d)]$ dalla media del massimo annuale dell'altezza di pioggia puntuale m[h(d)] attraverso un fattore di ragguaglio noto come coefficiente di riduzione areale $K_A(d)$ come:

$$m[h_A(d)] = K_A(d) \cdot m[h(d)]$$

Per definire la m [$h_A(d)$] risulta dunque necessario:

- definire la legge di probabilità pluviometrica m [h(d)];
- calcolare il coefficiente di riduzione areale.

2.3.2.3.1 La legge di probabilità pluviometrica

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:

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

in cui $m[I_0]$ rappresenta il limite dell'intensità di pioggia per d che tende a 0.

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 10 anni di osservazioni, ed in particolare:

- i massimi annuali delle altezze di pioggia in intervalli di 1, 3, 6, 12 e 24 ore;
- le altezze di pioggia relative ad eventi di notevole intensità e breve durata, che il SIMN non certifica come massimi annuali.

Area omogenea	n. stazioni	$m(I_0)$ (mm/ora)	D_c (ore)	C	$D*10^5$	ρ^2
1	14	77.08	0.3661	0.7995	3.6077	0.9994
2	12	83.75	0.3312	0.7031	7.7381	0.9991
3	5	116.7	0.0976	0.7360	8.7300	0.9980
4	3	78.61	0.3846	0.8100	24.874	0.9930
5	6	231.8	0.0508	0.8351	10.800	0.9993
6	4	87.87	0.2205	0.7265	8.8476	0.9969

Tabella B - *Parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali per ogni area pluviometrica omogenea*

Successivamente, nell'ambito di uno studio sviluppato dal C.U.G.RI. sul territorio dell'Autorità di Bacino del Sarno e utilizzato nel PAI (Piano per l'Assetto idrogeologico) della stessa Autorità di Bacino, è stata verificata la consistenza della rete idrografica del bacino del Sarno ed è stata aggiornata la banca dati relativa ai massimi annuali delle altezze di pioggia per la fissata durata registrata dal SIMN.

In particolare, sono stati quindi considerati i dati di 26 stazioni di misura, di cui solo 16 pluviografiche aventi più di 10 anni di osservazioni. I dati reperiti consistono ancora in:

- massimi annuali delle altezze di pioggia in intervalli di 1,3,6,12,24 ore;
- altezze di pioggia relative ad eventi di notevole intensità e breve durata, che il SIMN non certifica come massimi annuali.

Dall'analisi di tali dati è stato possibile suddividere l'intero bacino del Sarno in zone pluviometriche omogenee aggiungendo, rispetto ai risultati del

VAPI, una zona 2 intermedia per cui il bacino stesso ricade nella zona 1, 2 e 2 intermedia (cfr. tabella C).

Area omogenea	$M(I_0)$	d_c	C	D 10^5
1	77.1	0.3661	0.7995	3.6077
2	83.8	0.3312	0.7031	7.7381
2 intermedia	85	0.3034	0.7621	9.6554

Tabella C - *Parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali per ogni area pluviometrica omogenea per il bacino del fiume Sarno*

2.3.2.3.2 Il coefficiente di riduzione areale

Il fattore di riduzione areale viene ritenuto costante al variare del periodo di ritorno, e pari a:

$$K_A(d) = 1 - \left[\left(1 - \exp(-c_1 \cdot A)\right) \cdot \exp(c_2 \cdot d^{c_3})\right]$$

con:

- A = area del bacino, in km^2;
- $c_1 = 0.0021$;
- $c_2 = 0.53$;
- $c_3 = 0.25$.

Per i bacini molto piccoli K_A è praticamente pari ad 1.

2.3.2.4 *I parametri del modello geomorfoclimatico*

Nel Rapporto VAPI Campania il territorio campano è stato suddiviso in complessi idrogeologici costituiti da litotipi che, pur diversi, mantengono un identico comportamento nei confronti dell'infiltrazione, della percolazione e della circolazione dell'acqua nel sottosuolo. Questi complessi sono stati accorpati nelle seguenti cinque classi in base alle caratteristiche di permeabilità:

1. **classe A** (*alta capacità di permeabilità*), in essa sono inclusi quasi esclusivamente i calcari per la loro elevatissima capacità di infiltrazione dovuta all'alto grado di permeabilità per fessurazione e carsismo che li caratterizza;

2. **classe MA** (*capacità di permeabilità medio-alta*), che ingloba, quasi esclusivamente, le dolomie. Questo litotipo, che costituisce la base affiorante di quasi tutti i massicci carbonatici campani, ha un grado di permeabilità inferiore a quello dei calcari;

3. **classe M** (*media capacità di permeabilità*), comprendente i detriti di falda e di conoide, i depositi alluvionali e il complesso delle lave;

4. **classe MB** (*capacità di permeabilità medio - bassa*), ad essa appartengono i complessi sabbioso - conglomeratico pliocenico, arenaceo - breccioso miocenico, piroclastico, calcareo - siliceo e fluvio - lacustre e lacustre;

5. **classe B** (*bassa capacità di permeabilità*), comprendente tutti i depositi prevalentemente argillosi che, a scala regionale, possono considerarsi per lo più impermeabili.

Sempre ai fini dei deflussi di piena, è stato mostrato inoltre che una certa influenza viene esercitata anche dalla presenza di copertura boschiva, essenzialmente in funzione del tipo di permeabilità del terreno interessato.

La metodologia proposta dal VAPI Campania per la valutazione dei parametri del modello geomorfoclimatico, e cioè del coefficiente di deflusso C_f e del tempo di ritardo del bacino t_r, assume alla base la suddivisione di ogni bacino complessi omogenei dal punto di vista idrogeologico in modo differente a seconda che si tratti di bacini di estensione ridotta o di bacini maggiormente estesi.

In particolare, l'intero territorio è stato suddiviso in:

- aree con permeabilità medio-alta senza copertura boschiva, indicate con $\mathbf{A_1}$;
- aree con permeabilità medio-bassa o antropizzate, indicate con $\mathbf{A_2}$;
- aree permeabili con copertura boschiva, indicate con $\mathbf{A_3}$.

2.3.2.4.1 Il coefficiente di deflusso C_f

Dato il significato del coefficiente di deflusso, l'ipotesi più semplice 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.

La formulazione indicata nel VAPI per la stima del coefficiente di deflusso è la seguente:

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

Nel Rapporto VAPI Campania sono stati stimati per C_{f1}, C_{f2} e C_{f3} i seguenti valori:

- C_{f1} = coefficiente di afflusso dell'area permeabile senza bosco = 0.42;
- C_{f2} = coefficiente di afflusso dell'area poco permeabile = 0.56;
- C_{f3} = coefficiente di afflusso dell'area permeabile con copertura boschiva = 0.00 .

Noto C_f si possono così valutare le portate al colmo di piena.

2.3.2.4.2 Il tempo di ritardo tr

Adottando il metodo geomorfoclimatico, il Rapporto VAPI - Campania propone per il tempo di ritardo due diversi tipi di approcci:

- formula di Rossi (1974);
- Metodo VAPI-Rapporto Campania (Villani & Rossi, 1995).

La prima formulazione, di struttura molto semplice, è stata tarata sui bacini naturali lucani aventi sbocco sul Mare Ionico e, pertanto, potrebbe essere ritenuta potenzialmente utilizzabile anche nel territorio campano per i nostri fini.

Essa è data, in particolare, dall'espressione:

$$t_r = 0.77\left(\frac{L}{\sqrt{P}}\right)^{0.295}$$

dove:

- L è la lunghezza dell'asta principale (in km);
- P è la pendenza media dell'asta principale (in m/m);
- t_r è il tempo di ritardo del bacino (in ore).

La pendenza media dell'asta principale è fornita dalla formula di Taylor & Schwartz, che può essere applicata solo dopo aver suddiviso il profilo del corso d'acqua principale in una serie di n_T tratti di lunghezza L_i e pendenza P_i.

$$\left(\frac{L}{\sqrt{P}}\right) = \sum_{i=1}^{n_T} \frac{L_i}{\sqrt{P_i}}$$

La seconda alternativa possibile per il calcolo del tempo di ritardo è quella proposta e tarata da F. Rossi e Villani (1995) nell'ambito del progetto VAPI del C.N.R., riportata, più in particolare, nel Rapporto VAPI - Campania.

In base ai ragionamenti ivi effettuati, Rossi e Villani assumono che il tempo di ritardo possa essere calcolato come media pesata del ritardo medio di ognuno dei complessi idrogeologici eterogenei:

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

Nella precedente risultano (dalle stime effettuate nel Rapporto VAPI Campania):

- c_1 = celerità media di propagazione dell'onda di piena nel reticolo idrografico relativa alle aree permeabili senza bosco = 0.23 m/s;
- c_2 = celerità media di propagazione dell'onda di piena nel reticolo idrografico relativa alle aree impermeabili = 1.87 m/s.

Per C_{f1} e C_{f2} valgono i valori C_{f1} = 0.42 e C_{f2} = 0.56.

2.3.2.5 *La piena media annua*

Definita la legge di probabilità pluviometrica areale e calcolati i parametri C_f e t_r, la piena media annua viene calcolata, come detto precedentemente, con la relazione:

$$m(Q) = \frac{C_f \cdot q \cdot m[I_A(t_r)]A}{3.6}$$

Nella precedente il coefficiente di attenuazione del colmo di piena dipende in maniera complessa dalla forma della legge di probabilità pluviometrica e dalla risposta della rete idrografica e consente di tenere conto, tra l'altro, dell'errore che si commette nell'assumere che la durata critica del bacino, e cioè la durata della pioggia che causa il massimo annuale del colmo di piena, sia pari al tempo di ritardo t_r del bacino stesso. Esso può essere valutato, in prima approssimazione, come:

$$q = \begin{cases} 0.60 \quad \text{se} \quad 0.25 \le 1 + k_1 \cdot A - \dfrac{\beta t_r / d_c}{1 + t_r / d_c} \le 0.45 \\ 0.65 \quad \text{se} \quad 0.45 \le 1 + k_1 \cdot A - \dfrac{\beta t_r / d_c}{1 + t_r / d_c} \le 0.65 \end{cases}$$

in cui:

- $\beta = (C - D \cdot z)$ e d_c sono i parametri della legge di probabilità pluviometrica;
- k_1 è un coefficiente numerico pari a $1.44 \cdot 10^{-4}$ se l'area A è espressa in kmq e il tempo di ritardo t_r in ore.

3 Valutazione delle massime portate di piena naturali - Risultati

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti applicando la metodologia VAPI, descritta nei paragrafi precedenti, al bacino sotteso dalla sezione di riferimento del Torrente S.Rocco sita alla località Gaiano del Comune di Fisciano in corrispondenza dell'intervento in progetto.

3.1 Caratteristiche fisiografiche ed altimetriche dei bacini

Utilizzando i dati disponibili, ed in particolare la Cartografia Tecnica Regionale alla scala 1:5.000, per il bacino in esame sono state definite le caratteristiche morfometriche ed altimetriche ed in particolare la quota media, il profilo longitudinale e la pendenza media dell'asta principale.

In particolare, nella zona di interesse è stato tracciato (*elaborato n.6 – Bacino sotteso dalla sezione di riferimento rapp.1/5.000*) il *Bacino Imbrifero*, caratterizzato da una superficie complessiva di 4.4809 kmq e da una quota media pari a 561.50 m s.l.m.m.

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche fisiografiche del bacino in esame:

Bacino Idrografico	**A**	**Y_{max}**	**Y_{min}**	**Y_{med}**	**L**
	Area	*Quota massima*	*Quota minima*	*Quota media*	*Lunghezza asta*
	(kmq)	*(m s.l.m.m.)*	*(m s.l.m.m.)*	*(m s.l.m.m.)*	*(m)*
S.Rocco in Gaiano	4.4809	830	293	561.50	

3.2 Caratteristiche geologiche e di uso del suolo

Per effettuare la stima delle portate di piena naturali, utilizzando la metodologia VAPI - modello **geomorfoclimatico**, è stato necessario definire per il bacino in esame le caratteristiche di permeabilità secondo i criteri riportata nel VAPI stesso.

La superficie complessiva del bacino, pertanto, è stata suddivisa in tre aliquote in funzione della copertura del suolo e della sua permeabilità seguendo il criterio di suddivisione impostato dal metodo VAPI e cioè in:

A1 = superficie permeabile senza bosco = 3.3661kmq (Cf_1=0.42; c_1=0.23)
(caratterizzata da calcari e da depositi alluvionali)

A2 = superficie impermeab. antropizzata = 0.2186kmq (Cf_2=0.56; c_2=1.87)
(caratterizzata dalla presenza sparsa di strade e fabbricati)

A3 = superficie permeabile con bosco = 0.8962 kmq (Cf_3=0.00; c_3=0.00)
(caratterizzata da formazioni calcaree ricoperte da boschi)

A = superficie totale = 4.4809 kmq

laddove le singole superfici sono state dedotte dall'esame delle ortofoto aeree a disposizione del Consorzio.

Alle predette singole aliquote di superficie di bacino sono stati attribuiti i valori "Cf" del coefficiente di deflusso e "c" della celerità di propagazione indicati nel metodo VAPI pari rispettivamente a:

Cf_1=0.42 c_1=0.23m/sec

Cf_2=0.56 c_2=1.87m/sec

Cf_3=0.00 c_3 = 0.00

3.3 La legge di probabilità pluviometrica

Si è proceduto alla individuazione dei parametri della legge di probabilità pluviometrica areale. Dall'esame della mappa delle aree pluviometriche omogenee riportata nel Rapporto VAPI - Campania si è riscontrato che il bacino in esame ricade interamente nell'area omogenea A_2, per la quale valgono i parametri riportati in tabella:

Bacino Idrografico	M[I_0] (mm/ora)	d_c (/)	C (/)	D (/)	β (/)
Controfosso Destro	83.80	0.3312	0.7031	0.000077381	0.6596

3.4 Stima delle portata e dei volumi di piena con il metodo VAPI

Il calcolo della piena media annua con il metodo VAPI è stato effettuato adottando il modello **geomorfoclimatico** previsto nel rapporto.

E' stato necessario definire innanzitutto le caratteristiche geologiche in maniera tale da determinare:

- l'area A_{imp} (area impermeabile) e l'area permeabile (A_{imp}-A).

Note le caratteristiche geomorfologiche del bacino e la legge di probabilità pluviometrica areale è stato possibile calcolare:

- i parametri del modello geomorfoclimatico C_f e t_r;
- la media dei massimi annuali della intensità di pioggia di durata t_r;
- il fattore di riduzione areale $K_A(t_r)$;

– la media dei massimi annuali della portata al colmo di piena m(Q).

Nota la m(Q) e nota la legge regionale di crescita $K_T(T)$ delle portate, è stato possibile valutare, attraverso la relazione:

$$Q_T = K_T \; m(Q)$$

la portata massima relativa a periodi di ritorno di 20, 50 e 100 anni.

I risultati dei calcoli effettuati per il bacino in esame sono riportati nelle tabelle seguenti:

Parametri del modello geomorfoclimatico – VAPI Campania

Bacino	A	C_f	t_r	K_A	$m[I_A(t_r)]$	$M[h_A(t_r)]$	q	m(Q)
	Area del sottobacino	Coefficiente di deflusso	Tempo di ritardo	Coefficiente di riduzione areale	Media massimi annuali dell'intensità di pioggia areale	Media massimi annuali dell'altezza di pioggia areale	Coeff. di attenuazione del colmo di piena	Portata media annua
	[Km²]		*[ora]*		*[mm/ora]*	*[mm]*		*[m³/s]*
S.Rocco in Gaiano	4.4809	0.34	2.556	0.9817	19.7196	50.4025	0.65	**5.47**

Portate di piena con preassegnato periodo di ritorno

Codice	A	Q_2	Q_5	Q_{10}	Q_{20}	Q_{30}	Q_{50}	Q_{100}
	Area del bacino	Portata	Portata	Portata	Portata	Portata	Portata	Portata
	[Km²]	*[m³/s]*	*[m³/s]*	*[m³/s]*	*[m³/s]*	*[m³/s]*	*[m³/s]*	*[m³/s]*
S.Rocco in Gaiano	4.4809				11.10		14.28	**16.79**

Volumi di piena sottesi agli idrogrammi con preassegnato periodo di ritorno

Codice	A	V_2	V_5	V_{10}	V_{20}	V_{30}	V_{50}	V_{100}
	Area del bacino	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume	Volume
	[Km²]	*[m³]*	*[m³]*	*[m³]*	*[m³]*	*[m³]*	*[m³]*	*[m³]*
S.Rocco in Gaiano	4.4809				n.c.		n.c.	n.c.

dove per il calcolo dei volumi si sono ipotizzati idrogrammi in ingresso di forma triangolare aventi durata pari a $3 * t_r$ e picco in corrispondenza di t_r.

BACINO IMBRIFERO TORRENTE SAN ROCCO IN LOC. GAIANO -CALCOLI IDROLOGICI

	AREE IN Kmq (INPUT)	Altitudini (m s.l.m.) (INPUT)	COEFFICIENTI DI DEFLUSSO	INPUT	CELERITA' DI PROPAGAZIONE DELLE PIENE (m/sec)	INPUT	PARAMETRI LEGGE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA	INPUT	FATTORI PROBABILISTICI DI CRESCITA KT	**RISULTATI**	
Area permeabile senza bosco (A1)	3,3661		Cf1	0,42	c1	0,23	M(Io)	83,8			
Area antropizzata impermeabile (A2)	0,2186		Cf2	0,56	c2	1,87	dc	0,3312			
Area permeabile con bosco (A3)	0,8962		Cf3	0	c3	0	C	0,7031			
Area totale del bacino sotteso (A)	4,4809		Cf	0,34			D	0,000077381			
Altitudine minima in m s.l.m.		293									
Altitudine massima in m s.l.m.		830									
Altitudine media (m)										**561,50**	
Tempo di ritardo del bacino (tr) in ore										**2,5560**	tr
Coefficiente di riduzione areale KA(tr)										**0,9817**	KA(tr)
Media massimi annuali altezze di pioggia areale m(hA(tr)) in mm										**50,4025**	m(hA(tr))
Media massimi annuali intensità di pioggia m(I(tr)) in mm/ora										**19,7196**	m(I(tr))
Media massimi annuali delle portate al colmo di piena m(Q) in mc/sec										**5,47**	m(Q)
Portata al colmo di piena T=20 anni								T=20	2,03	**11,10**	Qmax per T=20
Portata al colmo di piena T=50 anni								T=50	2,61	**14,28**	Qmax per T=50
Portata al colmo di piena T=100 anni								T=100	3,07	**16,79**	Qmax per T=100

4 Calcoli idraulici.

Per quanto attiene alle verifiche idrauliche si è proceduto:

1) a verificare che il tirante idrico di moto uniforme, corrispondente alla portata al colmo di piena con periodo ritorno centennale, sia contenuto nell'ambito della sezione dell'alveo, nel tratto che sarà oggetto dell'intervento di difesa longitudinale;
2) a verificare che l'altezza di stato critico, corrispondente alla portata al colmo di piena con periodo ritorno centennale, sia tutta contenuta nell'ambito della gaveta della briglia, laddove appunto, per la presenza del salto di fondo, si instaureranno condizioni di stato critico della corrente;
3) a verificare che il tirante idrico, a valle del salto di fondo determinato dalla gaveta, sia tutto contenuto nel bacino di dissipazione e nell'ambito dello stramazzo attraverso la gaveta della controbriglia.

Per la prima verifica si è preso a riferimento la sezione non rivestita di tipo trapezia con scarpa 1/1 e base 2m che sarà innescata a monte dalla gaveta della briglia in gabbioni, posta a valle a presidio del tratto sistemato con l'opera di difesa longitudinale, e che avrà una pendenza di correzione di progetto del 1.5% (i=0.015).

Si riporta al riguardo nella tabella allegata la scala di deflusso di moto uniforme della sezione trapezia con scarpa 1/1 di base 2m, avendo assunto il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler K = 35 *(sezione non rivestita di forma regolare)*, dalla quale si evince che, in condizioni di moto uniforme, la portata centennale $Q_{T=100}$ pari a 16.80mc/sec è tutta contenuta in alveo con un tirante idrico h=1.37m.

Il calcolo è stato effettuato a vantaggio di sicurezza in quanto la pendenza delle sponde a monte della gaveta sarà sicuramente maggiore di 1/1.

CALCOLI IDRAULICI DELLA SEZIONE TIPO DI PROGETTO DEL TORRENTE

SEZIONE TRAPEZIA O RETTANGOLARE

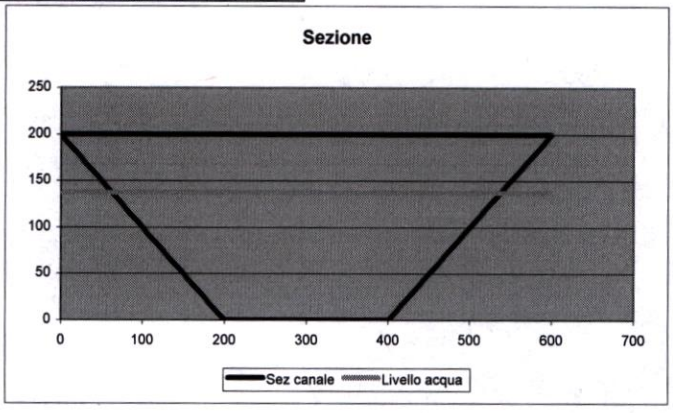
Dati della sezione

H=	**200**	cm	(Altezza sezione)
b=	**200**	cm	(Base minore sezione)
B=	**600**	cm	(Base maggiore)
Angolo	***45,022825***	gradi	
Area=	*8,00*	mq	
Pendenza	**1,5**	%	
K	**35**	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
Portata di progetto	16,8	mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
10	228,30	0,210	0,092	0,183446	0,873519
20	256,59	0,440	0,171	0,5822276	1,323149
30	284,89	0,690	0,242	1,1494479	1,665694
40	313,18	0,960	0,307	1,871244	1,948954
50	341,48	1,250	0,366	2,742652	2,193772
60	369,77	1,560	0,422	3,7626803	2,411532
70	398,07	1,890	0,475	4,9324268	2,609211
80	426,36	2,241	0,525	6,2541902	2,791415
90	454,66	2,611	0,574	7,7309983	2,961337
100	482,96	3,001	0,621	9,3663372	3,121285
110	511,25	3,411	0,667	11,163987	3,272972
120	539,55	3,841	0,712	13,127918	3,417709
130	567,84	4,291	0,756	15,262222	3,556513
140	596,14	4,762	0,799	17,571068	3,690192
150	624,43	5,252	0,841	20,05867	3,819396
160	652,73	5,762	0,883	22,729265	3,944658
170	681,02	6,292	0,924	25,5871	4,066415
180	709,32	6,843	0,965	28,636418	4,185033
190	737,62	7,413	1,005	31,88145	4,300823
200	765,91	8,003	1,045	35,326413	4,414046

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
137,00	587,65	4,618	0,786	16,860	3,650585



Per la seconda e la terza verifica idraulica si è invece utilizzato un software di calcolo specifico per le briglie in gabbioni messo a punto dalla Maccaferri e cortesemente messo a disposizione dei progettisti.
I dati di input e i risultati in output per la portata max centennale di 16.80mc/sec sono riportati nelle pagine seguenti.
Da essi si evince che il tirante idrico sulla gaveta sarà pari a 1.50m=3.50m-2.00m (inferiore ai 2m di altezza della gaveta), quello del cuscino d'acqua nel bacino di dissipazione pari a 1.63m, il tirante idrico minimo nel bacino pari a 0.73m mentre quello massimo a valle, prima dello sfioro attraverso la controbriglia, sarà pari a 2.59m (minore dei 3m di altezza del bacino).

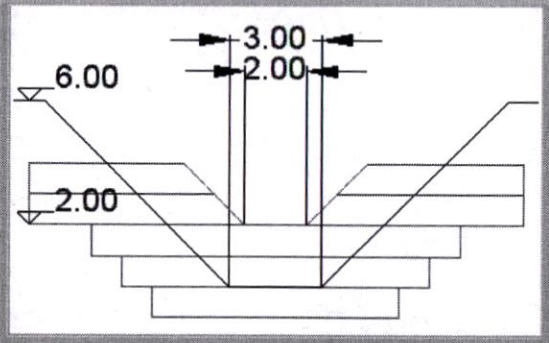
Si è altresì effettuata in appendice alla presente relazione la verifica all'erosione della sezione di alveo non rivestita *(composta da ciottoli con ghiaia)* a monte della briglia.
Sempre con l'utilizzo di un software specifico fornito dalla Maccaferri si sono determinati gli sforzi tangenziali sul fondo e lungo le sponde al passaggio della portata efficace ai fini del modellamento che è stata assunta, così come consigliato dalla letteratura specializzata, pari al 10% di quella di piena con periodo di ritorno ventennale (nel caso in esame $Qe = 0.1\ Q_{T=20} = 1.10mc/s$).
Detti sforzi tangenziali sono stati raffrontati con quello ritenuto ammissibile e sono risultati inferiori a quest' ultimo.

Per ogni ulteriore chiarimento si rinvia ai grafici ed ai tabulati di calcolo allegati.

Macra2 2006 - [Default1*]

File Visualizza Progetto Strumenti Finestre Guida

Info | Geometria | Idraulica | Calcolo | Report | Sezione | Errori

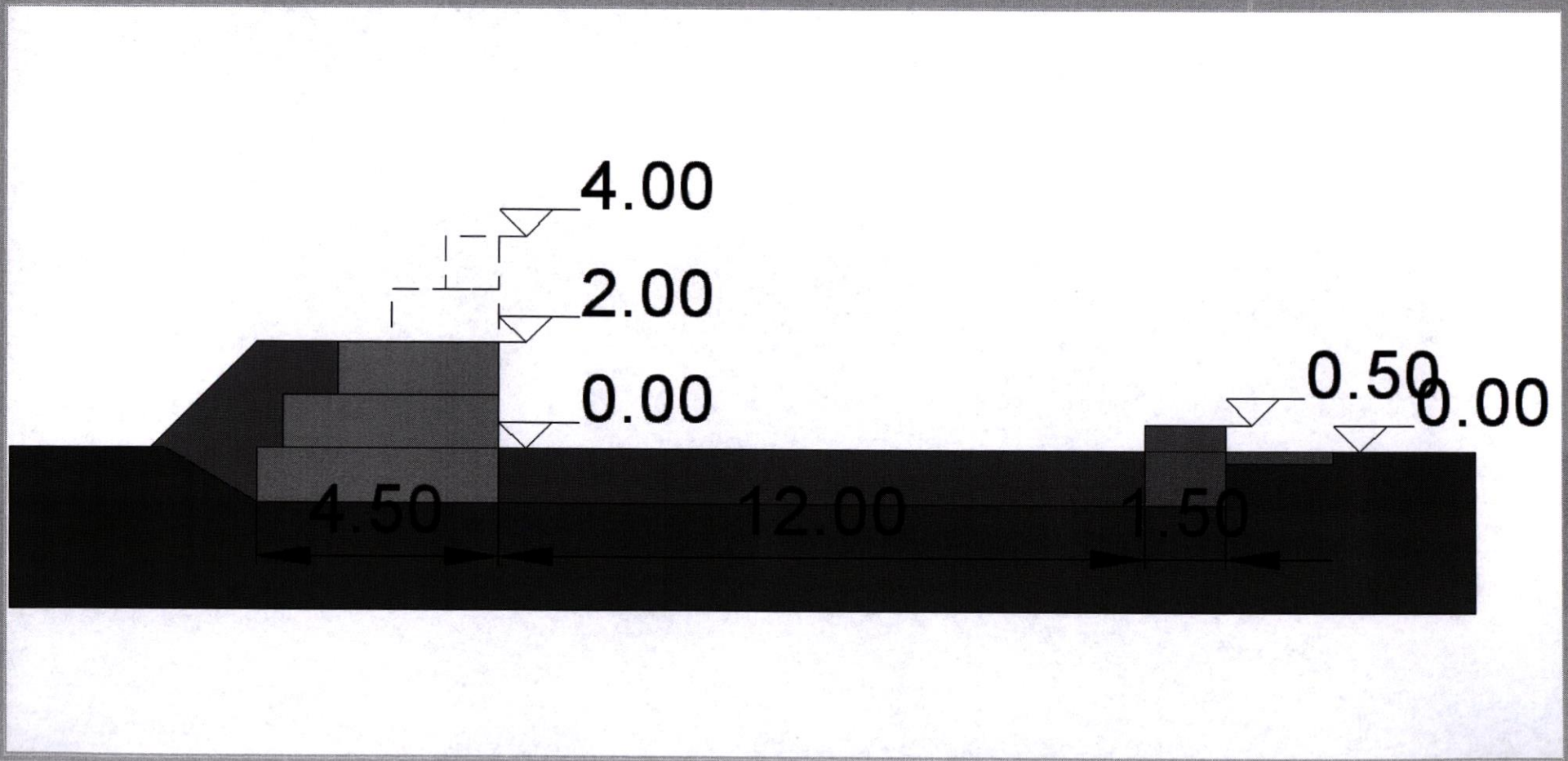


Geometria Alveo | Geometria Briglia | Geometria Ali | Bacino

N	Largezza livell...	Offset (m)	Altezza livello (...
Ali	1.	0.	2.
1	3.	0.	1.
2	4.	0.	1.
3	4.5	0.	1.

Aggiungi livello | Elimina livello

Fondazione [m] 1.



Per aiuto, premi F1

NUM

Case 2 - Vasche di dissipazione con bacino in rilevato e controbriglia

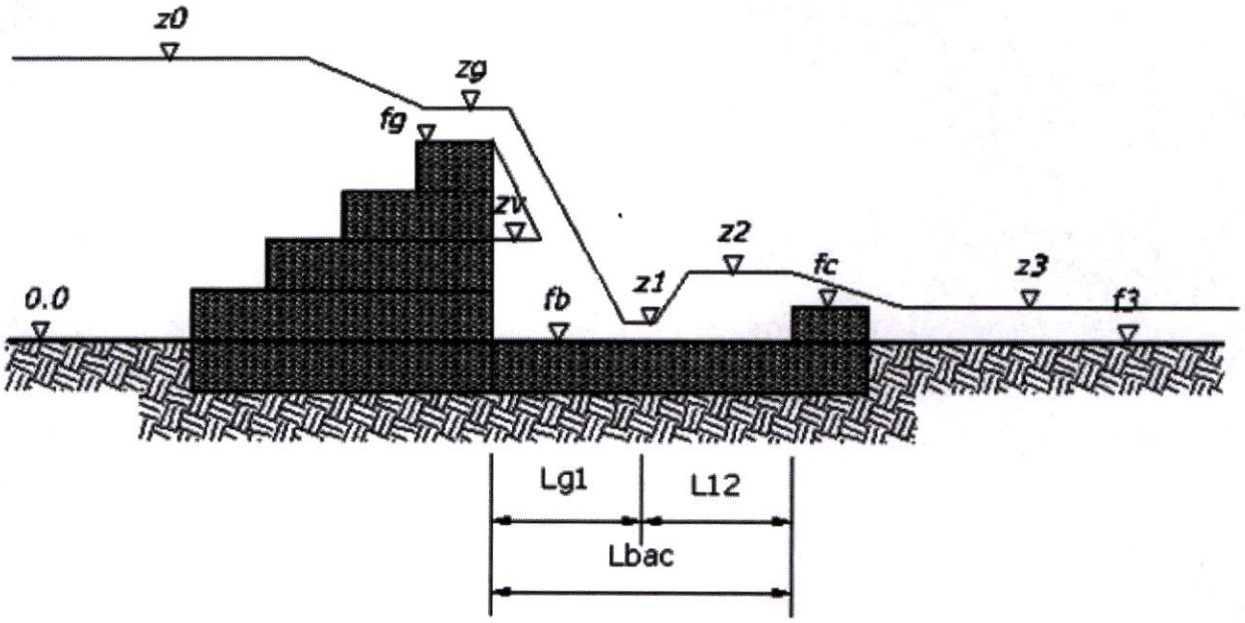


fig. 4

Tale configurazione richiederà all'utente di inserire i seguenti dati addizionali:

fc = altezza della controbriglia

Lc = altezza della gaveta della controbriglia (assunta di forma rettangolare)

Lb = larghezza della vasca di dissipazione (assunta una forma rettangolare)

e di porre il valore *fb* = 0, dal momento che la vasca di dissipazione si suppone sia alla stessa quota del fondo dell'alveo.

Calcolo di *zv* e *z1* in presenza di una controbriglia

Il numero di Drop D è determinato in prima analisi:

$$D = \frac{q^2}{g(f_g - f_b)^3}$$

dove *q* è la portata unitaria (m3/sec/m)

I valori di *zv* e di *z1* possono essere ottenuti usando le equazioni sperimentali di Rand:

$$(z_v - f_b) = (f_g - f_b)D^{0.22}$$

$$(z_1 - f_b) = 0.54(f_g - f_b)D^{0.425}$$

Calcolo della crescita del livello dell'acqua z2 in presenza di una controbriglia

Il valore *z2* è inizialmente ottenuto usando l'equazione sperimentale usata prima:

$$(z_2 - f_b) = 1.66(f_g - f_b)D^{0.27}$$

Se $z_2 \leq z_3$ la controbriglia non è richiesta. Altrimenti il valore minimo *fc* richiesto per la controbriglia dovrebbe essere calcolato e comparato con uno assunto. Questo può essere fatto usando l'equazione per le briglie a stramazzo in parete grossa come prima usata per la struttura a briglia principale.

$$Q = 0.385(z_2 - f_c)L_c\sqrt{2g(z_2 - f_c)}$$

Se il valore di *fc* ottenuto è più basso del livello dell'acqua (di flusso uniforme) *z3* la controbriglia è rigurgitata. In questo caso il valore di *fc* può essere ottenuto usando la formula per gabbioni rigurgitati usata prima per le principali strutture a briglia:

$$Q = L_c\left[0.7(z_3 - f_c)\sqrt{2g(z_2 - z_3)} + \frac{2}{3}0.7(z_2 - z_3)\sqrt{2g(z_2 - z_3)}\right]$$

Se l'altezza minima della controbriglia ***fc*** è più alta del valore assunto, sarà necessario un sensibile innalzamento della controbriglia.

Calcolo di* Lbas – *lunghezza minima della vasca di dissipazione

La lunghezza della vasca di dissipazione *Lbas* viene elaborata come la somma di due componenti:

$$L_{bas} = L_{g1} + L_{12}$$

dove

L_{g1} = distanza fra il paramento di valle della briglia e il punto di caduta della vena

L_{12} = lunghezza del risalto idraulico

$$L_{g1} = 4.3(f_g - f_b)D^{0.27}$$

$$L_{12} = 6.9(z_2 - z_1)$$

Titolo:
Descrizione:

Cartella:
Data: 25/01/2013

Avviso
Maccaferri non si assume alcuna responsabilità a riguardo dei disegni e dei calcoli trasmessi, in quanto i medesimi vanno intesi come indicazione di massima, tendendo solamente a conseguire l'impiego ottimale dei prodotti.

Run n.1

Portata	Q [m3/s]	16.80
Pendenza alveo	i [%]	1.50
Scabrezza	n	0.033
Granulometria alveo	dt [mm]	250.00
Larghezza canale	L3 [m]	3.00
Piano di campagna	fp [m]	6.00
Pendenza sponda sinistra	Pl [deg]	45.00
Pendenza sponda destra	Pr [deg]	45.00

Peso specifico terreno	[kN/m3]	16.45
Angolo attrito terreno	[deg]	37.50
Tipo di terreno		Ghiaia
Porosità dei gabbioni	n	0.30
Angolo attrito terreno/briglia	[deg]	10.00
Coefficiente terreno/fondazione	f	0.70
Influenza sottopressioni	Sot (%)	50.00
Coefficiente di Bligh	Cb	4.00

Briglia a stramazzo

Quota gaveta	fg [m]	2.00
Larghezza gaveta	Lg [m]	2.00
Pendenza delle ali	Pg [deg]	45.00
Altezza totale briglia	H [m]	3.00

Altezza fissata	fc [m]	0.76
Lunghezza del bacino fissata	Len [m]	12.00
Larghezza Bacino	[m]	3.00

Risultati del calcolo idraulico

Quota acqua gaveta	zg [m]	3.50
Quota acqua a valle	z3 [m]	1.23
Quota acqua a monte	z0 [m]	4.02
Profondità escavazione	fb [m]	0.00
Quota cuscino d'acqua	zv [m]	1.63
Quota acqua piede a valle	z1 [m]	0.73
Innalzamento livello d'acqua	z2 [m]	2.59
Altezza minima controbriglia	fc [m]	0.76
Distanza della mass. erosione	X [m]	6.71
Lunghezza minima del bacino	LBas [m]	19.55

Risultati del calcolo statico

Forza normale che agisce alla base	N [KN]	180.54
Tensione tangenziale che agisce alla base	T [KN]	79.89
Somma dei momenti stabilizzanti	Ms [KN*m]	630.30
Somma dei momenti ribaltanti	Mo [KN*m]	356.52
Fattore di sicurezza scorrimento	**FSsl**	1.58
Fattore di sicurezza ribaltamento	**FSov**	1.77
Fattore di sicurezza sifonamento	**FSseep**	3.85
Coefficiente di sicurezza sottospinte	**FSup**	1.38
Azione normale di tensione a valle	Sigma1 [KN/m^2]	79.36
Azione normale di tensione a monte	Sigma2 [KN/m^2]	0.88

Risultati del calcolo statico - Dettagli

Coeff. di spinta attiva del terreno	Ka	0.24
Coeff. di spinta attiva del terreno a tergo	Pam [KN]	11.81
Comp. or. del coeff. di spinta attiva a monte	Pamh [KN]	11.64
Braccio della comp. orizzontale	bPamh [m]	1.00
Momento della comp. orizzontale	MPamh [KN*m]	11.64
Componente verticale	Pamv [KN]	2.05
Braccio della comp. verticale	bPamv [m]	4.50
Momento della comp. verticale	MPamv [KN*m]	9.23
Comp. or. del coeff. di spinta attiva a valle	Pav [KN]	1.31
Pressione idrostatica a monte	Pwm [KN]	103.60
Braccio della Pressione idrostatica a monte	bPwm [m]	1.29
Momento della Pressione idrostatica a monte	MPwm [KN*m]	133.33
Pressione idrostatica a valle	Pwv [KN]	34.03

Braccio della Pressione idrostatica a valle	bPwv [m]	0.88
Momento della Pressione idrostatica a valle	MPwv [KN*m]	29.88
Braccio del peso specifico briglia	bP [m]	1.96
Momento del peso specifico briglia	MP [KN*m]	358.48
Peso specifico del terreno	Pt [KN]	21.57
Braccio del peso specifico del terreno	bPt [m]	3.88
Momento del peso specifico del terreno	MPt [KN*m]	83.60
Peso specifico acqua	Pw [KN]	66.08
Braccio del peso specifico acqua	bPw [m]	2.25
Momento del peso specifico acqua	MPw [KN*m]	148.67
Pressione idrostatica	Vw [KN]	91.93
Braccio della pressione idrostatica	bVw [m]	2.30
Momento della pressione idrostatica	MVw [KN*m]	211.55

Macra1 2006 - [Default1*]

File Visualizza Progetto Strumenti Finestre Guida

Info | Geometria | Materiali | Idraulica | Calcolo | Report | Sezione | Errori

Macra1 2006

Maccaferri River Analysis

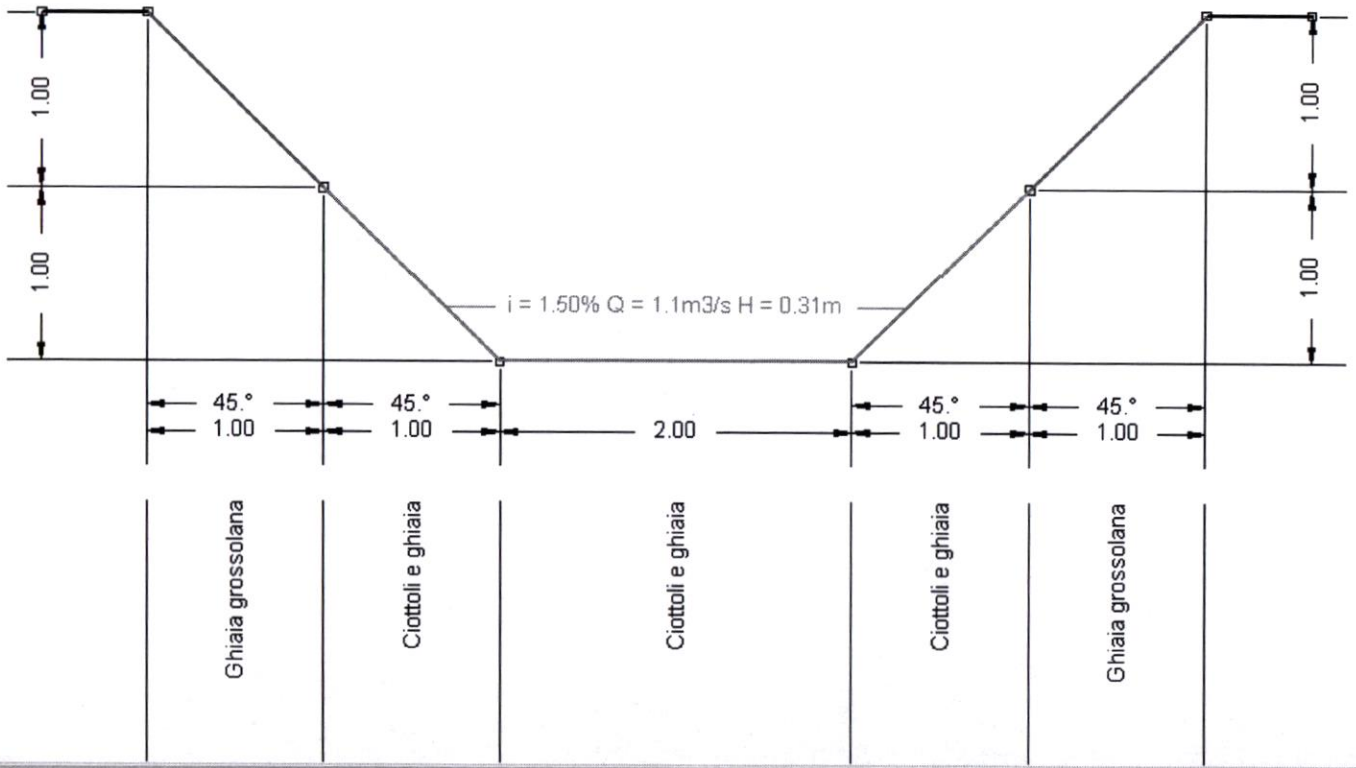
Bank Protections

Titolo: Sistemazione idraulica Torrente San Rocco in Gaiano

Descrizione:

Cartella:

Data: 25/01/2013



4.0331 , 0.8183 , 0.0000

F1 per la Guida

NUM

Titolo:
Descrizione:

Cartella:
Data: 25/01/2013

Notice
Maccaferri is not responsible for the drawings and the calculations trasmitted, since they should be intended as general design outlines and advice,aiming only to the best use of the products.

Calcolo n.1

Pendenza [%]	1.50	Numero di froude	0.92
Portata [m3/s]	1.10	Sezione [m2]	0.73
Livello [m]	0.31	Contorno bagnato [m]	2.89
Velocità media [m/s]	1.51	Raggio idraulico [m]	0.25

Tratto	Lunghezza [m]	V [m/s]	K	Vamm [m/s]	Vb [m/s]	Materiale	V	tau max [N/m2]	tau amm [N/m2]	GeoFil
1	1.41	0.00	1.00							
1.1	1.41			-	-	Ghiaia grossolana	N	-	-	N
3	1.41	0.81	1.00							
3.1	1.41			-	-	Ciottoli e ghiaia	N	35.29	52.60	N
4	2.00	1.62	1.00							
4.1	2.00			-	-	Ciottoli e ghiaia	N	46.31	52.60	N
5	1.41	0.81	1.00							
5.1	1.41			-	-	Ciottoli e ghiaia	N	35.29	52.60	N
7	1.41	0.00	1.00							
7.1	1.41			-	-	Ghiaia grossolana	N	-	-	N