



COMUNE DI GRAVELLONA TOCE

Provincia del Verbano Cusio ossola

P.zza Resistenza, 10 - Tel. 0323 / 848386 - Fax. 0323 / 864168 - C.F. 00332450030

e-mail: protocollo@comune.gravellonatoce.vb.it - gravellonatoce@pec.it



*SISTEMAZIONE IDROGEOLOGICA DEL BACINO DEL RIO LOVICH - 2° LOTTO (cod. Int. VB214A/10) **PROGETTO ESECUTIVO***

RELAZIONE IDRAULICA

Agosto 2014

SCALA -

AGGIORNAMENTI :

ELABORATO:

AESSE INGEGNERIA
Via Stazione n. 21 - 28883
GRAVELLONA TOCE (VB)
ing. Alberto Chiesa - ing Stefano Cerlini

documento firmato
(timbro e firma apposti su originale)

R.01c

1. PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati delle verifiche di compatibilità idraulica che sono state condotte lungo l'asta torrentizia medio-terminale del Rio Lovich, nel tratto compreso tra la briglia di trattenuta selettiva (eseguita a monte dell'abitato di Pedemonte, nell'ambito del 1° lotto di lavori - 2010-2011) e la sua uscita a cielo aperto, al termine della tratta canalizzata a sezione chiusa esistente (il cui imbocco è ubicato in corrispondenza di Via Pedolazzi), per uno sviluppo complessivo di circa 875 m.

In particolare, le sopra citate verifiche idrauliche sono state eseguite a supporto della proposta progettuale relativamente all'intervento denominato **"Sistemazione idrogeologica del bacino del Rio Lovich - 2° Lotto"**, commissionato allo scrivente, dott. ing. Alberto Chiesa, dall'Amministrazione Comunale di Gravellona Toce (a seguito del finanziamento ricevuto con Decreto Commissariale n. 3/2011 e successivo Decreto n.3 del 28/04/2014 - codice intervento VB214A/10).

Come meglio specificato nei successivi capitoli 4, 5, 6, le modellazioni idrauliche hanno fatto riferimento a tre differenti scenari:

- 1) Configurazione attuale dell'alveo del Rio Lovich;
- 2) Configurazione dell'alveo a seguito di un'ipotesi di intervento di sistemazione complessiva;
- 3) Configurazione dell'alveo a seguito di un intervento di sistemazione parziale, limitato alle opere oggetto del presente progetto.

Relativamente alle verifiche idrauliche effettuate, vengono proposti in allegato alla presente relazione:

- tabelle di output nelle quali sono illustrati i risultati numerici delle simulazioni;
- profili longitudinali e sezioni trasversali (in scala distorta) delle simulazioni.

2. METODOLOGIA UTILIZZATA

2.1 Codice di calcolo

Il codice di calcolo che è stato utilizzato per effettuare le simulazioni degli eventi di piena di riferimento è il programma HEC-RAS (4.1) - River Analysis System - dell'Hydrologic Engineering Center (U.S. Army Corps of Engineers).

Il programma permette un'analisi monodimensionale delle correnti e la modellazione del profilo di un regime stazionario in alveo a sezioni variabili con la presenza di eventuali ponti, sottopassi, ecc.

2.2 Condizioni al contorno

Trattandosi di simulazione in regime "misto" (tratti in corrente veloce abbinati a possibili tratti in corrente lenta), si sono considerate le altezze di moto uniforme corrispondenti alle pendenze presenti nel tratto di valle, mentre, nel tratto di monte è stata impostata l'altezza critica in corrispondenza della briglia selettiva esistente (ipotizzata completamente interrata a tergo).

2.3 Geometria dell'alveo

L'intera asta torrentizia del Rio Lovich presa in considerazione nel presente lavoro è stata fatta oggetto di un accurato rilievo topografico, che ha riguardato sia la tratta a cielo aperto, a monte di Via Pedolazzi, sia la tratta canalizzata a sezione chiusa, che si sviluppa in parte sotto il sedime stradale di Via Pedolazzi ed in parte in alcune proprietà private.

Si precisa che è stato possibile percorrere ed ispezionare l'intera tratta del canale coperto, rilevando, pertanto, le dimensioni delle sezioni di deflusso del canale, oltre che verificarne lo stato di pulizia e di efficienza.

Le risultanze di tale rilievo sono state esplicitate in alcuni elaborati grafici: planimetrie quotate, avente come base la carta aerofotogrammetrica del comune di Gravellona Toce, sezioni e profilo longitudinale.

Le quote sono espresse in altezze relative rispetto ad una quota "100,00", posta all'estradosso della sezione terminale della tratta coperta (sez. 25).

2.4 Scabrezze

Preliminare all'esecuzione dell'analisi è stato necessario assegnare, nell'ambito delle varie sezioni, il coefficiente di scabrezza di Manning.

Per tale valutazione, si è fatto riferimento alle indicazioni fornite dalle tabelle di "Open Channel Hydraulics", Ven te Chow, McGraw Hill International Editions (Tabella n. 1):

n = coefficiente di Manning

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) m_5$$

nonchè alla pubblicazione dell'USGS "Verified roughness characteristics of natural channels" ed a quanto indicato nella "Guide for selecting Manning roughness coefficients for natural channels and flood plains" della FHWA (Tabella n. 2).

Tali valori sono illustrati nelle sezioni di deflusso allegate.

3. DATI IDROLOGICI E IDRAULICI

I dati idraulici, ricavati dall'analisi idrologica sviluppata a corredo del presente progetto ed illustrata nell'apposita relazione (elab. n. 2.b) vengono qui di seguito proposti:

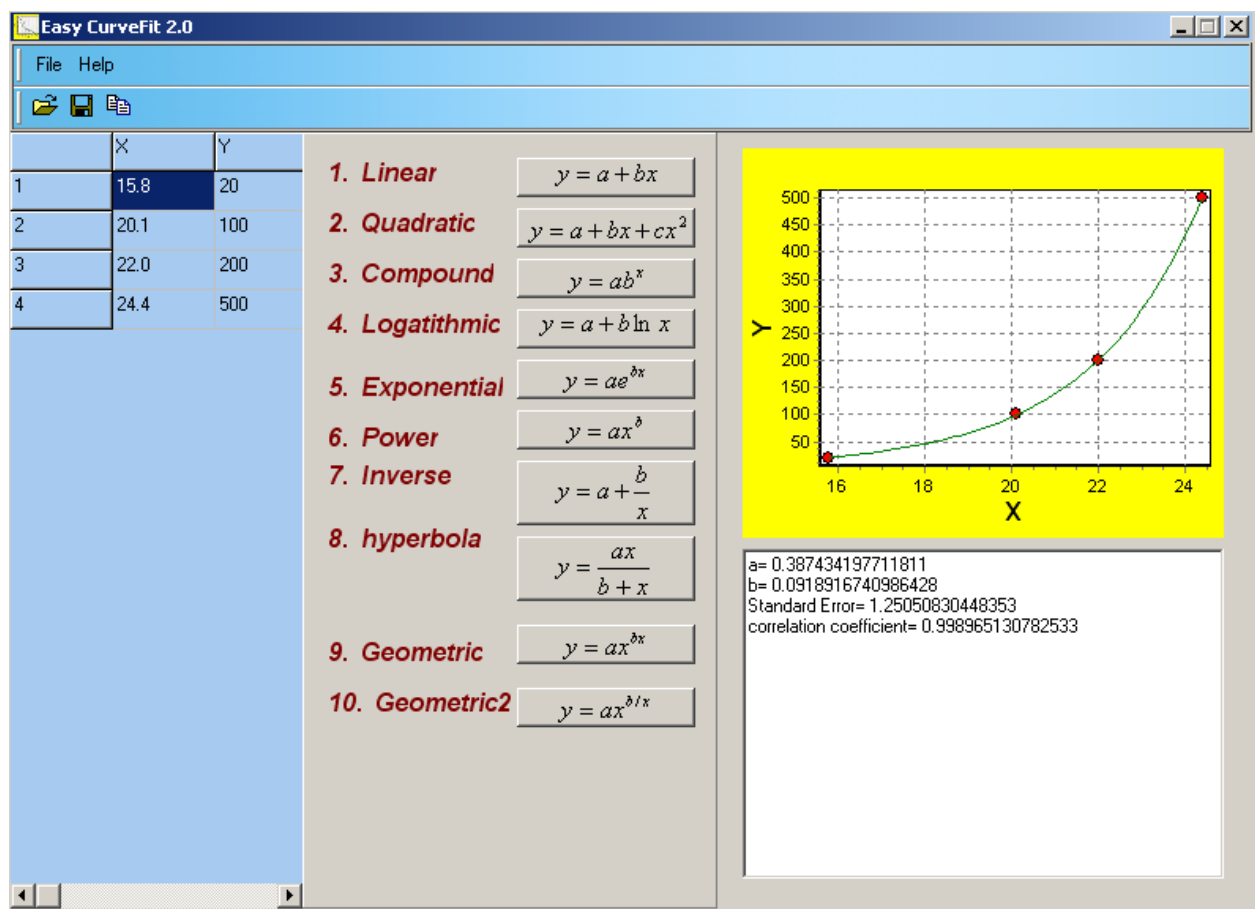
Portate Qc [mc/s]	Tr = 200 anni (Corrivazione)	Tr = 200 anni (Metodo razionale)
Sezioni		
Imbocco tratto coperto Via Pedolazzi	22,2 (ietogramma "Chicago") 21,8 (ietogramma rettangolare)	22,0

Applicando il metodo razionale, sulla base dei dati delle celle di regionalizzazione del PAI, si sono ottenuti i seguenti valori di portata al colmo, per differenti tempi di ritorno:

Qc (mc/s)	Tempo ritorno (anni)
15,8	20
20,1	100
22,0	200
24,4	500

Con un apposito software è stata eseguita l'interpolazione dei suddetti dati, ricavando la curva, che lega le portate ai tempi di ritorno:

$$Tr = a * Q^{(bQ)} = 0,387434 * Q^{(0,091891 Q)}$$



4. MODELLAZIONE DELLO STATO ATTUALE DELL'ALVEO

Sulla base del rilievo topografico eseguito lungo l'asta torrentizia del Rio Lovich, è stata inserita nel modello idraulico la configurazione attuale del

corso d'acqua, in termini di geometria delle sezioni di deflusso e di scabrezza, così come illustrato al precedente capitolo 2.

In particolare, la modellazione ha avuto l'obiettivo di valutare la capacità di smaltimento delle sezioni di deflusso della tratta canalizzata a sezione chiusa.

Come si evince dai risultati, proposti in allegato alla presente relazione, il canale coperto è attualmente in grado di smaltire una portata di piena di circa 3,5 mc/s, caratterizzata da un tempo di ritorno inferiore a 1 anno ($\approx 0,6$ anni).

Infatti, il canale coperto nel tratto compreso tra le sezioni 2 e 11 presenta una sezione di deflusso media dell'ordine di 1,60x1,00 m (con un restringimento a 1,60x0,85 m nella sezione 4), che non consente il deflusso di portate idriche maggiori.

5. MODELLAZIONE DELLA SISTEMAZIONE COMPLESSIVA DEL CORSO D'ACQUA

Una volta messe in luce le condizioni di criticità al deflusso delle portate di piena straordinaria, è stata effettuata una modellazione del corso d'acqua considerando la configurazione d'alveo assunta con l'ipotesi di sistemazione complessiva del corso d'acqua, in grado di far smaltire al canale portate superiori.

Nella tratta di monte, a valle della briglia esistente, fino all'immissione del Rio Valfaita, sono stati inseriti gli interventi di regolarizzazione delle sezioni e del profilo (opere di difese di sponda e soglie di fondo).

Nella tratta di valle, invece, oltre all'allargamento dell'imbocco, si sono inseriti due canali di derivazione, volti a smaltire, in occasione di eventi di piena straordinari, le portate in eccesso che non possono defluire nel canale esistente.

Il primo canale, compreso tra le sezioni 2 e 11, sarà dotato di una sezione rettangolare di dimensioni 3,00-2,50x1,25 m, mentre il secondo canale si svilupperà, in sinistra dell'esistente, tra le sezioni 12b e 15, e dovrà essere dotato di una sezione rettangolare pari a 2,50x1,60 m.

Secondo questa ipotesi di intervento, inoltre, la tratta terminale, a valle della sezione 15 fino all'uscita a cielo aperto dovrà essere allargata di almeno 1,50 m, rispetto alla larghezza attuale pari a 2,00 m.

La modellazione è stata fatta prescindendo dagli ingombri dei collettori fognari i quali, peraltro, sono posti trasversalmente al canale.

Si precisa, inoltre, che la modellazione effettuata ha evidenziato la necessità di operare un limitato restringimento di imbocco del canale esistente in corrispondenza della sezione 2, così da raccordarsi all'inferiore larghezza delle successive sezioni 3 e 4 (pari a 1,60 m); operando in tal modo si consente, in caso di eventi straordinari, di far defluire la maggiore portata nel canale di derivazione oggetto della presente proposta operativa.

Così come illustrato negli esiti della modellazione, con questa configurazione, il corso d'acqua, nella tratta terminale canalizzata, sarà in grado di smaltire una portata al colmo di 20 mc/s (avente tempo di ritorno di poco superiore a 95 anni).

Questo scenario è stato modellato, inoltre, utilizzando l'opzione di HEC RAS "Add a Lid to XS", che consente di inserire in ciascuna sezione una copertura; viene utilizzata l'equazione dell'energia per equilibrare e ricavare il pelo libero, ma il programma sottrae l'area occupata dal manufatto di copertura e aggiunge il perimetro bagnato quando il pelo libero entra in contatto con l'intradosso del manufatto (lid).

I risultati ottenuti non si discostano dal precedente modello, confermando quanto sopra asserito.

6. MODELLAZIONE DEL CORSO D'ACQUA CON INTERVENTO IN PROGETTO

E' stata, infine, eseguita una terza modellazione idraulica del Rio Lovich che ha considerato l'alveo nella configurazione assunta a seguito delle opere oggetto del presente progetto:

- sistemazione della tratta di monte (opere di difesa di sponda e soglie di fondo);
- allargamento dell'imbocco della tratta coperta;
- primo canale derivatore di piena (in progetto).

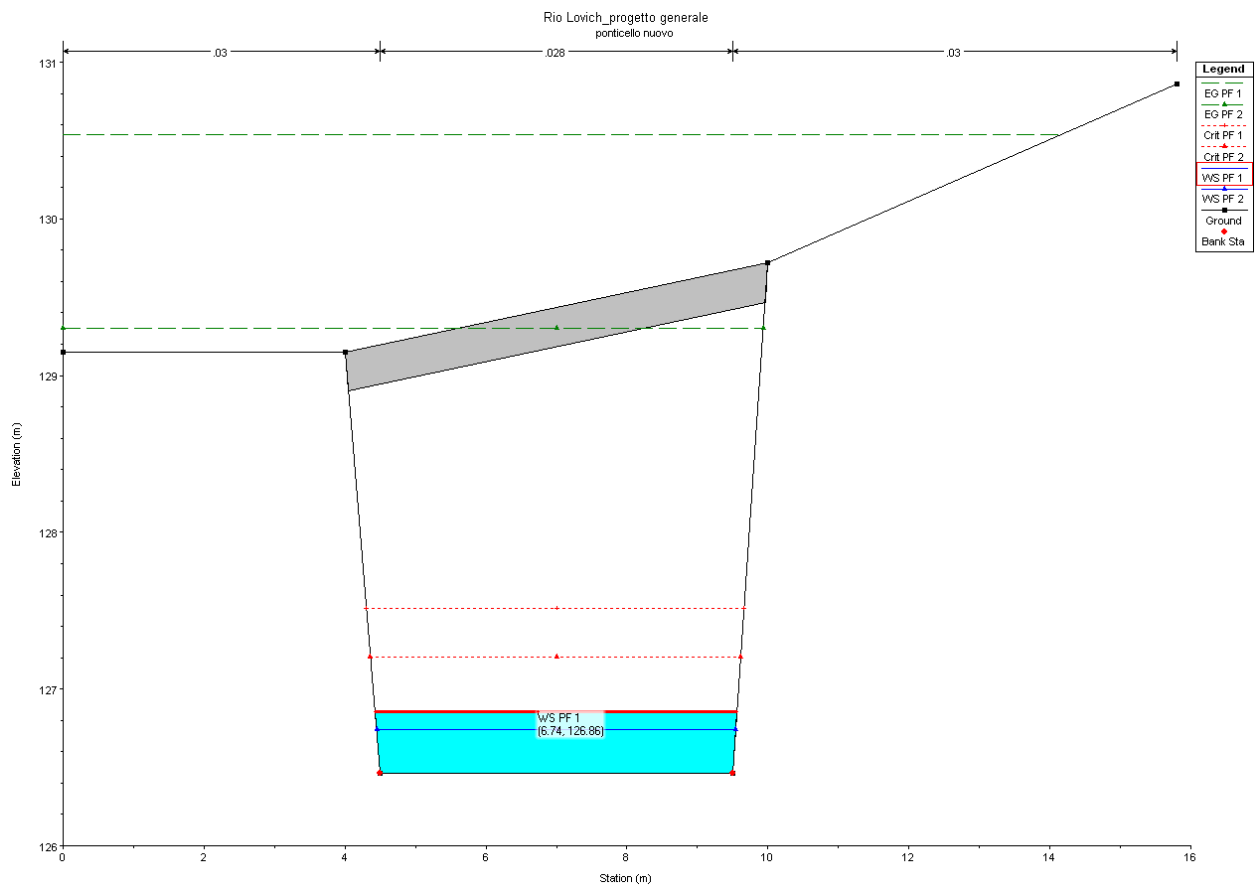
Così come illustrato negli esiti della modellazione, con questa configurazione, il corso d'acqua, nella tratta terminale, sarà in grado di smaltire una portata al colmo di 12 mc/s (avente tempo di ritorno di 6 anni).

7. VERIFICA IDRAULICA PONTICELLO

Sulla base degli esiti della modellazione effettuata con scenario di piena relativo a una portata al colmo $Q = 17 \text{ mc/s}$, relativa al tratto a monte della confluenza con il Rio Valfaita (*reach Pedemonte*), è stata eseguita la seguente verifica idraulica del manufatto di attraversamento pedonale in progetto (sez. 47).

La tabella che segue riassume i risultati di tale verifica, che ha dato esito positivo, rispetto al franco proposto dalla Direttiva PAI (PS 45).

<i>Quota idrica</i>	<i>Velocità</i>	<i>Quota intradosso</i>	<i>Franco (PS45)</i>	<i>Franco</i>	<i>Note</i>
(m)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	
126,86	7,18	128,90 (min.)	1,31	2,04	VERIF.



Sezione di imbocco pontino pedonale in progetto

Gravellona Toce, Agosto 2014

ALLEGATI VERIFICHE IDRAULICHE

Tab. 1: Metodo per il calcolo del coefficiente di scabrezza n nei corsi d'acqua

Condizioni dell'alveo		Valori	
Materiale costituente l'alveo	Terra	n0	0.020
	Roccia		0.025
	Alluvione grossolana		0.028
	Alluvione fine		0.024
Irregolarità della superficie della sezione	Trascurabile	n1	0.000
	Bassa		0.005
	Moderata		0.010
	Elevata		0.020
Variazione della forma e della dimensione della sezione trasversale	Graduale	n2	0.000
	Variazione occasionalmente		0.005
	Variazione frequente		0.010-0.015
Effetto relativo di ostruzioni	Trascurabile	n3	0.000
	Modesto		0.010-0.015
	Apprezzabile		0.020-0.030
	Elevato		0.040-0.060
Effetto della vegetazione	Basso	n4	0.005-0.010
	Medio		0.010-0.025
	Alto		0.025-0.050
	Molto alto		0.050-0.100
Grado di sinuosità dell'alveo	Modesto	m5	1.000
	Apprezzabile		1.150
	Elevato		1.300

Tab. 2: Valori del coefficiente di scabrezza per i corsi d'acqua naturali

Tipologia del corso d'acqua	Strickler $K_s = 1/n \text{ (m}^{1/3} \text{ s}^{-1}\text{)}$
CORSI D'ACQUA MINORI (Raggio idraulico $\cong 2 \text{ m}$; larghezza in piena $< 30 \text{ m}$)	
Corsi d'acqua di pianura - alvei con fondo compatto, senza irregolarità - alvei regolari con vegetazione erbacea - alvei con ciottoli e irregolarità modeste - alvei fortemente irregolari	45-40 30-35 25-30 25-15
Torrenti montani - fondo alveo con prevalenza di ghiaia e ciottoli, pochi grossi massi - alveo in roccia regolare - fondo alveo con ciottoli e molti grossi massi - alveo in roccia irregolare	30-25 30-25 20-15 20-15
CORSI D'ACQUA MAGGIORI (Raggio idraulico $\cong 4 \text{ m}$; larghezza in piena $> 30 \text{ m}$)	
- sezioni con fondo limoso, scarpate regolari a debole copertura erbosa - sezioni in depositi alluvionali, fondo sabbioso, scarpate regolari a copertura erbosa - sezioni in depositi alluvionali, fondo regolare, scarpate irregolari con vegetazione arbustiva e arborea - in depositi alluvionali, fondo irregolare, scarpate irregolari con forte presenza di vegetazione arbustiva e arborea	45-40 35 25-30 20-25
AREE GOLENALI (Raggio idraulico $\cong 1 \text{ m}$)	
- a pascolo, senza vegetazione arbustiva - coltivate - con vegetazione arbustiva spontanea - con vegetazione arborea coltivata	40-20 50-20 25-10 30-20
Alveo artificiale in terra - materiale compatto, liscio - sabbia compatta, con argilla o pietrisco - sabbia e ghiaia, scarpata lastricata - ghiaietto 10-30 mm - ghiaia media 20-60 mm	60 50 50-45 45

- ghiaia grossa 50-150 mm - limo in zolle - grosse pietre - sabbia, limo o ghiaia, con forte rivestimento vegetale	40 35 30 30-25 25-20
Alveo artificiale in roccia	
- con lavorazione accurata - con lavorazione media - con lavorazione grossolana	30-25 25-20 20-15
Alveo artificiale in muratura	
- muratura in pietra da taglio - muratura accurata in pietra da cava - muratura normale in pietra da cava - pietre grossolanamente squadrate - scarpate lastricate, fondo in sabbia e ghiaia	80-70 70 60 50 50-45
Alveo artificiale in calcestruzzo	
- pavimentazione in cemento - calcestruzzo con casseforme metalliche - calcestruzzo con intonaco - calcestruzzo liscio - intonaco di cemento intatto - calcestruzzo con casseforme in legno, senza intonaco - calcestruzzo costipato, superficie liscia - calcestruzzo vecchio, superficie pulita - rivestimento in calcestruzzo ruvido - superfici irregolari in calcestruzzo	100 100-90 95-90 90 90-80 70-65 65-60 60 55 50