

CMVTG

CONSORZIO DELLA MEDIA VALTELLINA PER IL TRASPORTO DEL GAS

AGGIORNAMENTO N°	DATA	DESCRIZIONE DELL'AGGIORNAMENTO	DISEGNATO	VERIFICATO	VISTO
------------------	------	--------------------------------	-----------	------------	-------

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO

REALIZZAZIONE RETE DI TRASPORTO DEL GAS METANO DI
III^ SPECIE IN COMUNE DI CHIURO (SO)

DATA Novembre 2014	RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA	ELABORATO N.ro R03
ELABORATO DA:		CODICE PRATICA
CONTROLLATO DA:		SCALA

Committente

CONSORZIO della MEDIA VALTELLINA
per il trasporto del gas
via Nazario Sauro,33 - 23100 Sondrio (SO)

Progettista

Dott. Ing. Antonio TURCO
Dott. Ing. Ferdinando LUMINOSO
Dott. Ing. Vincenzo CORRADINO
Dott. Ing. Cesario BELARDO

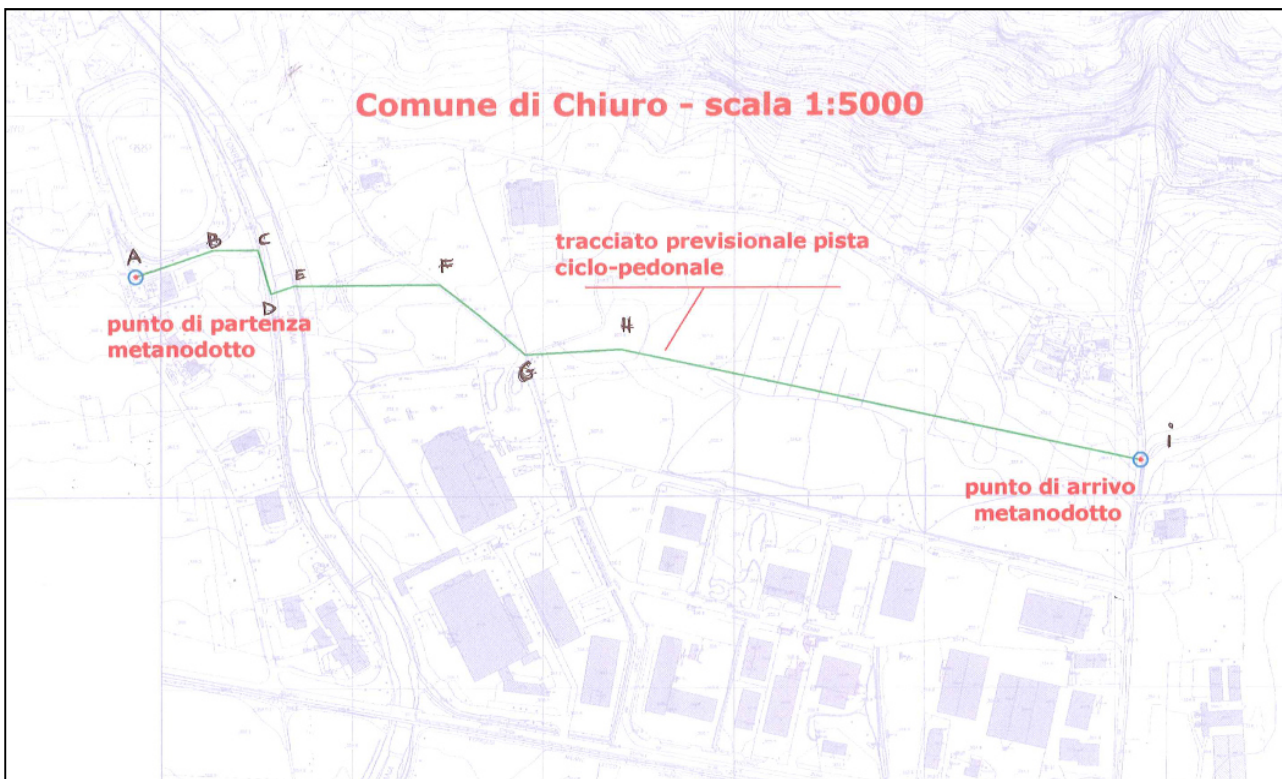


RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Introduzione

La presente relazione intende illustrare le varie fasi di calcolo e analisi condotte per la caratterizzazione idraulica ed idrologica di una sezione fluviale del torrente Valfontana ricadente all'interno del territorio comunale di Chiuro in provincia di Sondrio.

Lo studio ha come obiettivo la stima della portata di piena (Q_{max}) e del relativo tirante idrico (H_{idr}), al fine di individuare il corretto posizionamento della tubazione del metanodotto che dovrà attraversare la suddetta sezione fluviale. Nella figura seguente è riportato il tracciato del metanodotto in scala 1:5.000.



Inquadramento geografico

Il torrente Valfontana è un affluente in destra idraulica del fiume Adda, il cui bacino idrografico si estende nella provincia di Sondrio e appartiene alla Zona omogenea A – Alpi e Prealpi Centrali del progetto VAPI (Valutazione delle Piene in Italia) redatto dal CNR. Nell'ortofoto successiva viene rappresentata la posizione dell'area di studio.



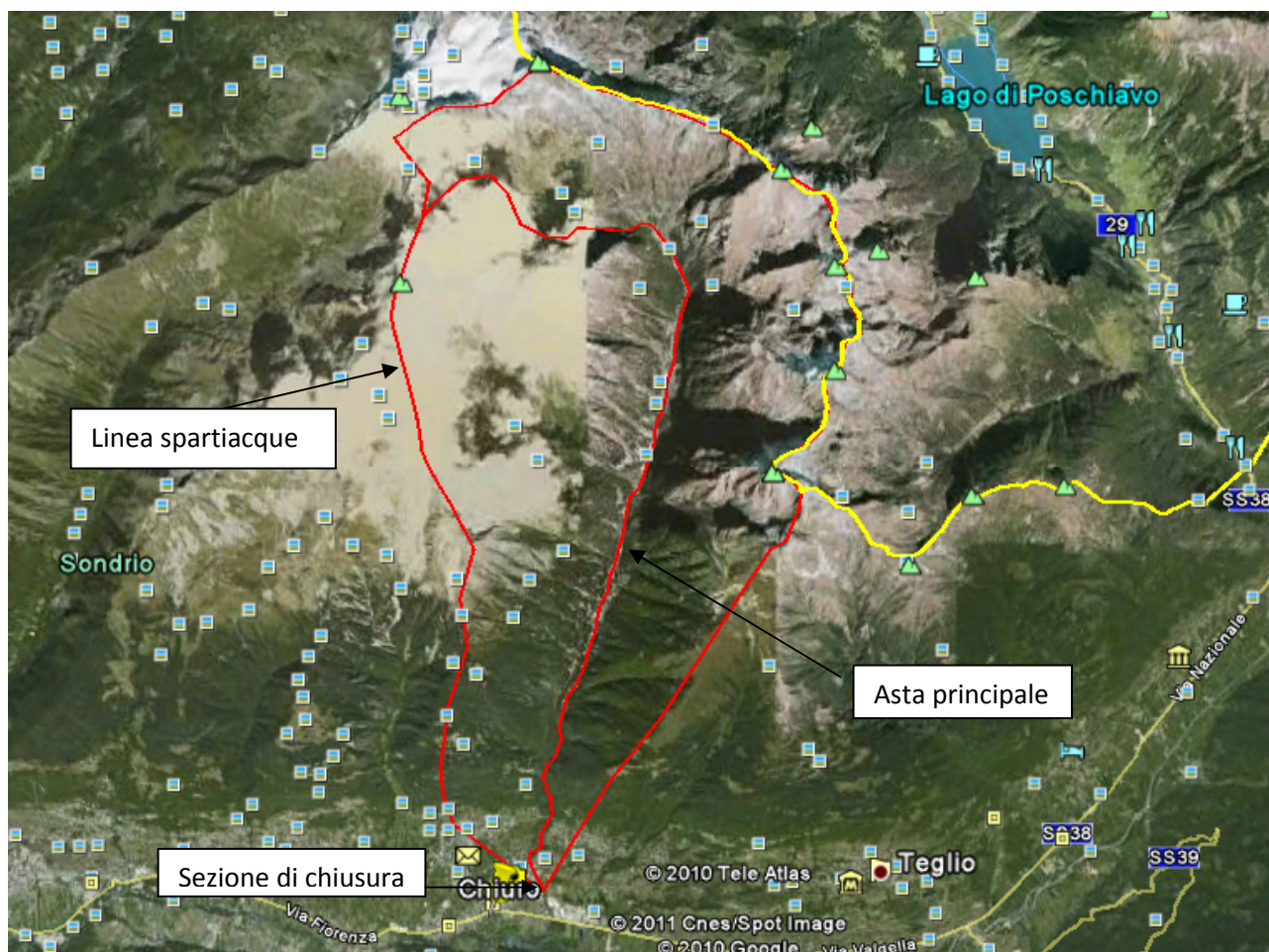
Il torrente Valfontana si immette nel fiume Adda in prossimità dell'abitato di Chiuro, nelle figure successive vengono riportate la corografia in scala 1:10.000 e l'ortofoto di dettaglio dell'area oggetto di studio, evidenziando per entrambe, la posizione della sezione di attraversamento del metanodotto.



Caratterizzazione del bacino idrografico

Si è proceduto con la caratterizzazione del territorio in cui va ad insistere l'opera, definendo il bacino imbrifero competente alla sezione su cui verrà realizzato l'attraversamento, il reticolo idrografico, nonché l'asta principale ed il suo andamento altimetrico mediante il profilo longitudinale.

Nella figura che segue viene riportata l'ortofoto con la delimitazione del sottobacino idrografico evidenziando il tracciato dell'asta principale del torrente Valfontana.



L'andamento altimetrico dell'asta principale viene rappresentato dalla Curva Ipsografica, che parte dalla quota massima del bacino ($H_{\max} = 2849$ m slm) ed arriva alla quota minima ($H_{\min} = 370$ m slm) coincidente con la quota della sezione di chiusura. Tale Curva Ipsografica è riportata nella figura successiva.



Le caratteristiche morfologiche del bacino idrografico sono riassunte nella Tabella seguente:

Caratteristiche Bacino Idrografico Valfontana			
Superficie Bacino	S =	54,7	Km ²
Perimetro Bacino	P =	33,3	Km
Pendenza massima Bacino	% _{max} =	72,3	%
Pendenza minima Bacino	% _{media} =	16,1	%
Lunghezza Asta principale	L =	15,7	Km
Altezza max bacino	H _{max} =	2849	m slm
Altezza media bacino	H _{media} =	1609	m slm
Altezza min bacino	H _{min} =	370	m slm
Guadagno in altezza bacino	G =	2513	m slm

Calcolo della portata al colmo di piena

Il calcolo della massima portata di piena è stato effettuato attraverso i dati caratteristici del bacino, estrapolati dal sistema informatico cartografico del Servizio Idrografico di Arpa Lombardia, che permette la stima della Legge di Probabilità Pluviometrica riferita alla sezione di progetto.

Attraverso l'interrogazione della Cartografia GIS presente nel portale di ARPA Lombardia si sono individuati, per la nostra sezione di chiusura, i coefficienti necessari per la costruzione delle Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica (LSPP) riferite a 1-24 ore, descritte dalla seguente legge:

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

Dove $h_T(D)$ rappresenta l'altezza di pioggia riferita ad un prefissato Tempo di Ritorno (T) e ad una Durata (D) dell'evento e il coefficiente:

- a_1 : rappresenta il coefficiente di scala della linea segnalatrice, pari al valore atteso dell'altezza di pioggia massima annuale per la durata di riferimento;
- w_T : rappresenta il fattore di crescita in frequenza, in quanto esso dipende dal tempo di ritorno T e dalla distribuzione di probabilità scelta per rappresentare la variabile normalizzata W a media unitaria, $E[W] = 1$;
- n : rappresenta l'esponente di scala con cui la variabilità del fenomeno si trasmette dalla scala temporale di riferimento alle altre scale temporali.

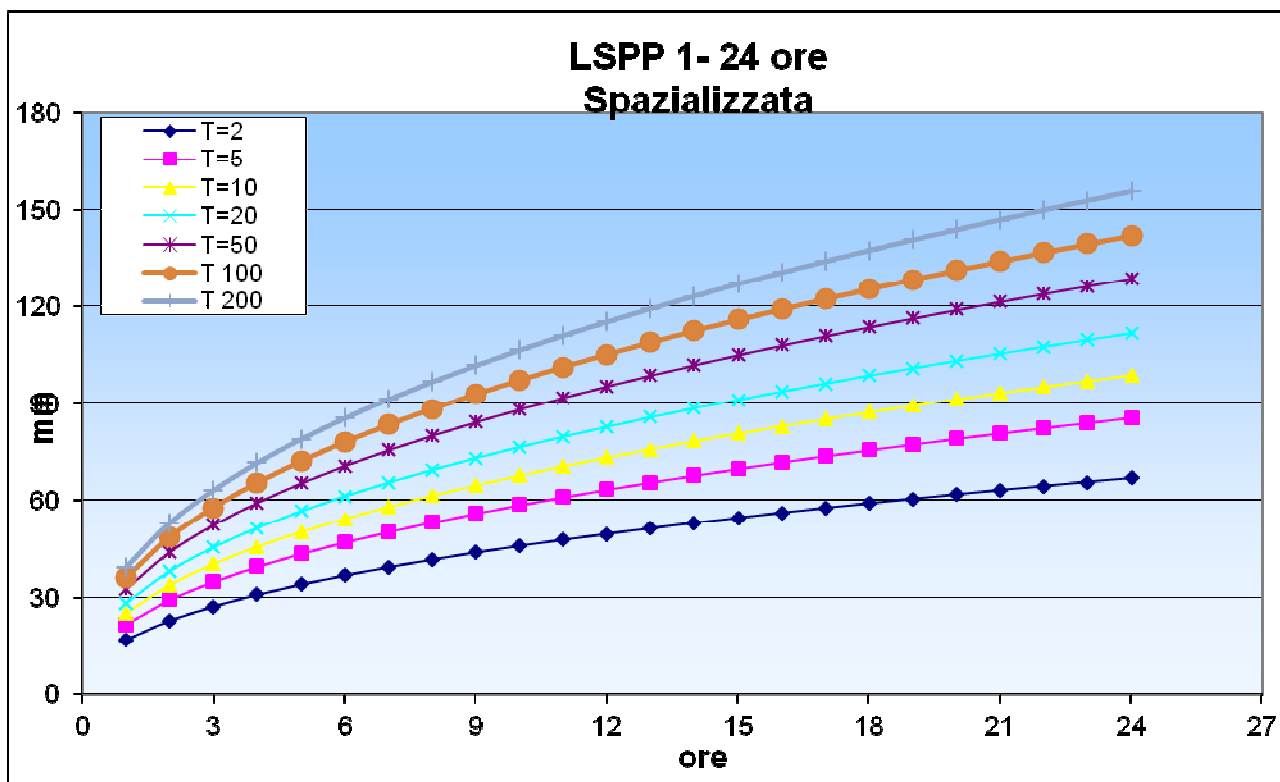
I valori di tali parametri specifici per la nostra sezione sono riportati nella Tabella seguente:

1-24 ore									
parametri	a_1 [mm/ore ⁿ]	n	w2	w5	w10	w20	w50	w100	w200
	17,89222	0,43284741	0,94404793	1,2087851	1,395377	2	1,818819	2,0056469	2,196672

I valori delle varie $h_T(D)$ calcolate per i vari tempi di ritorno T e durate D sono riportati nella tabella seguente:

LSP1 - 24 ore							
wT	w2	w5	w10	w20	w50	w100	w200
	0,94405	1,20879	1,39538	1,57738	1,81882	2,00565	2,19667
ore	T=2	T=5	T=10	T=20	T=50	T=100	T=200
1	16,89	21,63	24,97	28,22	32,54	35,89	39,30
2	22,80	29,20	33,70	38,10	43,93	48,44	53,06
3	27,18	34,80	40,17	45,41	52,36	57,74	63,23
4	30,78	39,41	45,49	51,43	59,30	65,39	71,62
5	33,90	43,41	50,11	56,64	65,31	72,02	78,88
6	36,68	46,97	54,22	61,29	70,68	77,94	85,36
7	39,22	50,21	57,96	65,52	75,55	83,31	91,25
8	41,55	53,20	61,41	69,42	80,05	88,27	96,68
9	43,72	55,98	64,62	73,05	84,24	92,89	101,74
10	45,76	58,60	67,64	76,46	88,17	97,22	106,48
11	47,69	61,06	70,49	79,68	91,88	101,32	110,97
12	49,52	63,41	73,19	82,74	95,41	105,21	115,23
13	51,27	65,64	75,77	85,66	98,77	108,91	119,29
14	52,94	67,78	78,24	88,45	101,99	112,46	123,18
15	54,54	69,84	80,62	91,13	105,08	115,87	126,91
16	56,09	71,81	82,90	93,71	108,06	119,16	130,51
17	57,58	73,72	85,10	96,20	110,93	122,33	133,98
18	59,02	75,57	87,24	98,61	113,71	125,39	137,33
19	60,42	77,36	89,30	100,95	116,40	128,36	140,58
20	61,77	79,10	91,31	103,22	119,01	131,24	143,74
21	63,09	80,79	93,26	105,42	121,56	134,04	146,81
22	64,38	82,43	95,15	107,56	124,03	136,77	149,79
23	65,63	84,03	97,00	109,65	126,44	139,42	152,70
24	66,85	85,59	98,80	111,69	128,79	142,02	155,54

e rappresentati graficamente dalla seguente figura:



Il valore della massima portata di piena (Q_{max}) da utilizzare per la verifica della sezione dell'alveo è quello che si verifica in corrispondenza di un evento di pioggia di durata $D = t_c$, con tempo di ritorno $T=200$ anni, come prescritto al punto 5.1.2.4 delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14-01-2008 ed al punto C.5.1.2.4 della Circolare 11/12/2009, pubblicata sulla G.U. n. 297 del 22 dicembre 2009.

Calcolato il tempo di corrivazione t_c con la formula empirica di Giandotti:

$$\text{Giandotti} \Rightarrow t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m - H_0}}$$

dove:

S = Superficie Bacino
L = Lunghezza Asta principale
Hmedia = Altezza media bacino
Hmin = Altezza min bacino

si è stimato un tempo di corrivazione $t_c = 1.8865$ ore.

Noto il tempo di corrivazione ($t_c = 1.8865$) si è calcolata la corrispondente altezza di pioggia $h_T(D = t_c)$ riferita ad un tempo di ritorno $T = 200$ anni:

Tempo di Corrivazione	tc =	1,887	ore
	a1 =	17,892	
	n =	0,433	
	w200 =	2,197	
Altezza di pioggia T= 200 anni	h(tc,T) =	51,731	mm

Il calcolo della massima portata duecentennale (Q_{max}) è stato effettuato attraverso il metodo razionale, assumendo come intensità di pioggia quella corrispondente all'evento di durata critica $h_T(D = t_c)$.

La formula utilizzata è la seguente:

CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO
(FORMULA del METODO RAZIONALE)

$$Q_{max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$$

con :

- c** = coefficiente di deflusso
- h_(t,T)** = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)
- S** = superficie del bacino (km²)
- t_c** = tempo di corrivazione (ore)
- 3,6** = fattore di conversione che permette di ottenere la Q_{max} in m³/sec

Per la determinazione del coefficiente di deflusso (c), funzione sia della geologia e litologia della zona, sia dell'uso del suolo del bacino si è fatto riferimento, rispettivamente, per la determinazione della geologia e litologia alla Relazione geologica redatta per conto dell'Amministrazione Comunale di Chiuro, per i dati relativi all'uso del suolo, alla cartografia del progetto Corine Land Cover presente sul Portale Cartografico Nazionale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione Generale per la Difesa del Suolo.

I valori diversi che il coefficiente di deflusso (c) può assumere in funzione della geologia e uso del suolo sono riportati nella tabella seguente:

Tipo di suolo	Uso del suolo		
	Coltivato	Bosco	Pascolo
Molto permeabile	0,20	0,15	0,10
Mediamente permeabile	0,40	0,35	0,30
Poco permeabile	0,50	0,45	0,40

Dalla sovrapposizione delle due informazioni geologiche - uso del suolo si è stimato come valore specifico del coefficiente di deflusso per il nostro bacino:

$$c = 0.33$$

Noti tutti i parametri della formula precedente si è stimata la Portata massima al colmo di piena riferita ad un periodo di ritorno di 200 anni, pari a:

$$Q_{max} = 137.49 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Calcolo del Tirante idrico H_{idr}

Nota la Portata massima al colmo di piena riferita ad un periodo di ritorno di 200 anni ($Q_{max} = 137.49 \text{ m}^3/\text{sec}$) si è proceduto alla stima del tirante idrico H_{idr} utilizzando la formula empirica di Gauckler-Strickler:

$$Q = K_S \cdot A \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot i_f^{\frac{1}{2}}$$

dove:

$Q = Q_{max} = 137.49 \text{ m}^3/\text{sec}$ (portata al colmo di piena)

K_S = coefficiente di scabrezza di Strickler ($\text{m}^{1/3} / \text{s}$), dipendente dalla natura del materiale che costituisce l'alveo, nel nostro caso essendo il fondo di tipo ciottoloso – ghiaioso si è utilizzato un $K_S = 40$

A = è l'area bagnata (m^2);

R_H = raggio idraulico (m) definito come rapporto tra l'area bagnata ed il perimetro bagnato ($R_H = A/P$)

i_f è la pendenza del fondo dell'alveo, valutata nel tratto dello sviluppo di ml. 65,00 immediatamente a monte della sezione in cui realizzare l'attraversamento, compreso tra la briglia "C" e la briglia "D", pendenza che, sulla base del rilievo topografico eseguito nella fase della progettazione esecutiva, è risultata pari a 0.0236 m/m ovvero del 2,36%.

Dalla formula di Gauckler-Strickler, si è calcolato il tirante idrico H_{idr} , per iterazioni successive, con il risultato di seguito riportato.

$Q_{max} / (K_S \cdot i_f^{1/2}) =$	$A \cdot R_H^{2/3}$
-------------------------------------	---------------------

$Q_{max} / (K_S \cdot i_f^{1/2}) =$	22,38
-------------------------------------	-------

Per la sezione in cui è previsto l'attraversamento del metanodotto:

SEZIONE			
H_{id} =	1,50	m	
A =	31,36	m ²	
P =	53,08	m	
R_H =	0,59	m	
A * R_H^{2/3} =	22,38		

Per cui i valori stimati del tirante idrico nella sezione dell'attraversamento, rispetto al punto più depresso della stessa, risulta pari a :

$$H_{idr} = 1.50 \text{ m}$$

La verifica idraulica della sezione del torrente interessata dall'opera di attraversamento è stata condotta anche facendo riferimento ai parametri rilevabili dallo studio idrologico, fornito dalla Comunità Montana, a firma del prof. Ugo Maione "Indagine idraulica ed idrogeologica del territorio della Comunità Montana di Sondrio".

Il suddetto studio idrologico fornisce un valore del tempo di corrvazione pari a:

$$T_c = 1,62 \text{ ore}$$

ed una portata di piena, riferita ad un periodo di ritorno di 200 anni, pari a

$$Q_{\max} = 201,18 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Calcolando il corrispondente tirante idrico H_{idr} con la medesima formula empirica di Gauckler-Strickler risulta

$$H_{\text{idr}} = 1.80 \text{ m}$$

Detto valore si assume, a vantaggio di sicurezza, come il tirante idrico nella sezione dell'attraversamento, rispetto al punto più depresso della stessa, corrispondente alla massima piena con periodo di ritorno pari a 200 anni.

Nella figura seguente viene riportata la sezione in oggetto con la rappresentazione del tirante idrico stimato.



In conformità alle prescrizioni contenute al punto 5.1.2.4 delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14-01-2008 ed al punto C.5.1.2.4 della Circolare 11/12/2009, occorrerà prevedere, nella realizzazione dell'attraversamento dell'alveo, il rispetto di un franco normale minimo non inferiore a mt. 1,50-2,00.

Inoltre si rileva ed osserva che la Circolare Esplicativa delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 D.M. 14-01-2008 riporta al Punto C.5.1.2.4 - Ponti Stradali e Ponti Ferroviari riporta :

“ a titolo di indicazione in aggiunta alla prescrizione di un franco minimo di 1,5 -2,00 è da raccomandare che il dislivello tra fondo e sottotrave sia non inferiore a 6-7 mt quando si possa temere il transito d'alberi d'alto fusto, con l'avvertenza di prevedere valori maggiori per ponti con luci inferiori a 40 mt o per ponti posti su torrenti esposti a sovralti d'alveo per deposito di materiali lapidei provenienti da monte o dai versanti.

Quando l'intradosso delle strutture non sia costituita da unica linea orizzontale tra gli appoggi , il franco deve essere assicurato per una ampiezza centrale di 2/3 della luce e comunque non inferiore a 40 mt.

A riguardo e nel caso di specie :

- la normativa suddetta si riferisce unicamente a ponti stradali e ferroviari mentre il ponte in oggetto sarà esclusivamente ciclo-pedonale
- sono presenti briglie di trattenuta a monte
- il tirante idrico è pari a 1.50 m, considerando una portata max al colmo di piena riferita ad un periodo di ritorno di 200 anni
- il franco idrico è pari a 2.70 m (> 1.50-2.00 m min) , assicurato per un'ampiezza centrale di 2/3 della luce, garantito comunque ad una distanza di 5.00 m dalla spalla di appoggio.
- la distanza tra fondo alveo prevista dalla circolare è una indicazione e non una prescrizione
- nel caso specifico la distanza tra fondo ed intradosso ponte è pari 5,05 m.