

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA  
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01  
LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA  
Lotto Funzionale Brescia-Verona  
PROGETTO DEFINITIVO**

**RIQUALIFICAZIONE STRADA GHEDI-BORGOSATOLLO  
RELAZIONE IDRAULICA**

IL PROGETTISTA INTEGRATORE

**saipem spa**  
Tommaso Taranta

Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n. A23/02/01 Sez. A Settore a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione) civile e ambientale d) industriale e) dell'informazione  
Tel. 02.52028509 Fax. 02.52028509  
CF. e P.IVA 0083709157

IL PROGETTISTA

**saipem spa**  
Tommaso Taranta

Dottore in Ingegneria Civile Iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Milano al n. A23/02/01 Sez. A Settore a) civile e ambientale b) industriale c) dell'informazione) civile e ambientale d) industriale e) dell'informazione  
Tel. 02.52028509 Fax. 02.52028509  
CF. e P.IVA 0083709157

ALTA SORVEGLIANZA



Verificato	Data	Approvato	Data

COMMESSA    LOTTO    FASE    ENTE    TIPO DOC.    OPERA/DISCIPLINA    PROGR.    REV.

I	N	0	5	0	0	D	E	2	R	I	N	V	1	6	0	0	0	0	2	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PROGETTAZIONE GENERAL CONTRACTOR									Autorizzato/Data
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Consorzio <b>Cepav due</b> Project Director (Ing. F. Lombardi)  Data: _____
0	31.03.14	Emissione per CdS	M.T.	31.03.14	D. D'AMICO	31.03.14	LAZZARI	31.03.14	

SAIPEM S.p.a. COMM. 032121	Data: 31.03.14	Doc. N.: 47077_07.doc
----------------------------	----------------	-----------------------



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008



<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. VERIFICA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LA RETE DI DRENAGGIO.....</b>	<b>4</b>
2.1 VIABILITÀ PRINCIPALE IN RILEVATO .....	4
2.1.1 Embrici .....	4
2.1.2 Fossi drenanti.....	4
2.2 VIABILITÀ PODERALE IN TRINCEA / SCATOLARE.....	6
2.2.1 Canali grigliati 0.40x0.40 trasversali allo scatolare.....	6
2.2.2 Canali grigliati 0.30x0.40 longitudinali allo scatolare.....	7
2.2.3 Tubazione DN400 di convogliamento alla vasca .....	7
2.2.4 Vasca di raccolta delle acque meteoriche .....	8
2.2.5 Impianto di sollevamento .....	9
<b>3. VERIFICHE ATTRAVERSAMENTI RETICOLO IRRIGUO.....</b>	<b>10</b>
3.1 VERIFICA TOMBINO CIRCOLARE DN 800 PK.0+533.000 .....	10
3.2 VERIFICA TOMBINO SCATOLARE 3.0X2.0 PK.0+716.000 .....	11
3.3 VERIFICA TOMBINO CIRCOLARE DN 1000 PK.0+970.55 .....	11
3.4 VERIFICA TOMBINO SCATOLARE 3.0X2.0 PK.1+042.000 .....	12
3.5 VERIFICA TOMBINO CIRCOLARE DN 800 PK.1+130.40 .....	12
3.6 VERIFICA TOMBINO SCATOLARE 2.0X2.0 PK.1+179.860 .....	13
3.7 VERIFICA TOMBINO SCATOLARE 3.0X2.0 PK.1+219 .....	13
3.8 VERIFICA TOMBINO SCATOLARE 3.0X2.0 PK.1+660 .....	14
<b>4. ATTRAVERSAMENTO TORRENTE GARZA .....</b>	<b>14</b>



## 1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la verifica del sistema di smaltimento delle acque meteoriche della viabilità extralinea "Ghedi-Borgosatollo" e la verifica dei franchi idraulici dell'attraversamento sul fiume Garza.

L'intervento di progetto è costituito essenzialmente da:

- una viabilità principale in rilevato caratterizzata da:
  - o scorrimento delle acque piovane sul manto bituminoso;
  - o convogliamento al piede del rilevato mediante embrici a passo 25 m;
  - o smaltimento delle acque di piattaforma mediante fosso disperdente al piede del rilevato di sezione trapezia con base 0.50 m e profondità 0.50 m;
  - o attraversamento del fiume Garda mediante viadotto alla Pk 1+476
- una viabilità di interconnessione poderale che sottopassa il tracciato principale e consente di connettere i fondi agricoli, caratterizzata dal seguente sistema di smaltimento delle acque piovane:
  - o scorrimento delle acque piovane sul manto bituminoso fino al minimo della livelletta stradale;
  - o captazione delle acque piovane mediante griglie trasversali e longitudinali al tombino scatolare di sottopasso;
  - o convogliamento dell'acqua captata alla vasca mediante tubazione  $\Phi 400$ ;
  - o vasca di accumulo delle acque meteoriche dotata di impianto di sollevamento;
  - o pozzetto di disconnessione in grado di scaricare a gravità l'acqua proveniente dalla vasca verso il canale irriguo deviato.

Nei paragrafi seguenti verranno verificati gli elementi costituenti le due tipologie di smaltimento individuate sopra, in relazione alle portate da smaltire calcolate nella relazione idrologica.

## **2. VERIFICA DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LA RETE DI DRENAGGIO**

### **2.1 Viabilità principale in rilevato**

#### **2.1.1 Embrici**

Dalla relazione idrologica appositamente predisposta si evince che la portata al colmo massima afferente al singolo embrice è di 29 l/s.

In corrispondenza dell'embrice si ha un efflusso a stramazzo secondo la seguente relazione:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad [9]$$

dove i simboli assumono il seguente significato:

- Q = portata defluente (m<sup>3</sup>/s);
- $\mu$  = coefficiente di efflusso pari a 0.385;
- L = luce di efflusso, pari a circa 1.0 m;
- h = carico idraulico che si instaura nel cordolo (m);
- g = accelerazione di gravità (m/s<sup>2</sup>).

La pendenza trasversale dello strato pavimentato di usura è pari a 2.5%, in corrispondenza dell'embrice per una larghezza di 10cm viene interrotto il manto di usura della pavimentazione. Assumendo un tirante idrico in corrispondenza dell'embrice pari a 7cm, che in presenza di una zona di pendenza elevata di richiamo verso l'embrice corrisponde a un'altezza idrica circa pari a 3 cm sullo strato di usura cioè da creare un velo d'acqua che invade per 1.0 m la corsia di emergenza; si ottiene una massima portata che può defluire per stramazzo pari a 31.5 l/s.

Essendo la portata di progetto inferiore alla portata evacuabile, lo stramazzo è in grado di smaltire la portata afferente.

#### **2.1.2 Fossi drenanti**

Le tratte a raso o in leggero rilevato scaricano le acque di piattaforma direttamente nei fossi drenanti a lato strada.

La portata di dimensionamento del fosso non rivestito è la portata al colmo dell'intera sede stradale drenata che si verifica in corrispondenza della durata di pioggia che massimizza il volume assegnato al fosso.



La durata di pioggia che risulta essere critica per il fosso non rivestito viene calcolata risolvendo la seguente equazione:

$$n \cdot \varphi \cdot A \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + (1-n) \cdot T_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta_w^{-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - Q_u = 0$$

dove i simboli assumono il seguente significato:

- n = parametro della curva di possibilità pluviometrica;
- $\varphi$  = coefficiente di deflusso;
- A = superficie drenante (m<sup>2</sup>);
- a = parametro della curva di possibilità pluviometrica (mm/h<sup>n</sup>);
- T<sub>c</sub> = tempo di corrivazione del bacino (h);
- $\theta_w$  = durata critica che massimizza il volume di pioggia (h);
- Q<sub>u</sub> = portata infiltrata (m<sup>3</sup>/s).

La dimensione trasversale del fosso viene determinata in base all'equazione di continuità dei serbatoi funzione della portata entrante (portata al colmo) e della portata uscente (portata infiltrata) dal fosso non rivestito.

In particolare la portata infiltrata viene calcolata secondo l'espressione di Vedernikov:

$$Q_u(t) = K \cdot [B + 3 \cdot h(t)] \cdot L$$

dove i simboli assumono il seguente significato:

- K = permeabilità del terreno (m/s);
- B = base superiore del fosso drenante (m);
- L = lunghezza del fosso drenante (m);
- h(t) = altezza di riempimento del fosso drenante (m).

La permeabilità medie del terreno e i livelli di falda dei siti oggetto di intervento verranno verificati di volta in volta, si può comunque affermare che un fosso disperdente di sezione trapezia con larghezza di base 0.50 m e profondità di 0.50 con scarpe 1/1 è mediamente in grado di smaltire la portata meteorica afferente dalla semipiattaforma.

Il fosso non rivestito ha una pendenza longitudinale dello 0.05% tale da determinare una velocità di deflusso dell'acqua convogliata molto bassa per migliorare l'effetto di laminazione del fosso stesso.

## 2.2 Viabilità poderale in trincea / scatolare

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche nelle tratte in trincea è costituito da:

- canali grigliati di captazione superficiale;
- tubazione di convogliamento alla vasca;
- vasca di accumulo;
- impianto di sollevamento.

Dalla relazione idrologica appositamente predisposta si evince che la portata al colmo totale afferente al sottopassaggio è di 61 l/s.

### 2.2.1 Canali grigliati 0.40x0.40 trasversali allo scatolare

I due canali grigliati disposti trasversalmente alla strada in ingresso al sottopasso devono essere in grado di captare tutta la portata meteorica proveniente dalla superficie pavimentata.

La massima capacità di captazione dei canali può essere calcolata utilizzando la “teoria dei getti liberi” secondo cui, assegnata alla grata una lunghezza  $L_G$ , la velocità della portata in arrivo alla grata sia tale da non riuscire a scavalcare la grata stessa.

Per grate a barre parallele alla direzione della corrente si può scrivere la seguente relazione sperimentale tra  $L_G$  e la velocità limite  $v_G$  al di sopra della quale la corrente scavalca la grata:

$$v_G = 2.54 \cdot L^{0.51}$$

Adottando una grata con larghezza  $L_G = 0.40$  m si ottiene  $v_G = 1.59$  m/s.

Ipotizzando che:

- la portata meteorica associata all’evento venticinquennale sia uniformemente distribuita su tutta la larghezza della strada ( $b = 5.0$  m), e quindi pari per la singola griglia a 6.1 l/s/m;
- la pendenza media dell’ultimo tratto di strada pari al 5%;
- il coefficiente di scabrezza della pavimentazione stradale pari a  $50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;

è possibile calcolare la velocità di transito delle acque provenienti dalle rampe applicando la formula di Chézy del moto uniforme:

$$Q = A \cdot \chi \cdot (R \cdot i)^{0.5}$$

essendo  $v=Q/A$

dove:

A = superficie;

$\chi$  coefficiente di scabrezza secondo Strickler  $\chi=K_s \cdot R^{-1/6}$ , con  $K_s$  coefficiente di Strickler;

R raggio idraulico;

i pendenza del collettore.

La velocità di deflusso sulla singola griglia è pari a 0.44 m/s.



La grata è pertanto in grado di captare la portata in arrivo con un sufficiente margine di sicurezza, avendo verificato che:

$$V \ll V_G$$

### 2.2.2 Canali grigliati 0.30x0.40 longitudinali allo scatolare

I canali grigliati longitudinali allo scatolare devono essere in grado di convogliare la portata captata dalla griglia trasversale ubicata sul lato opposto della vasca verso la stessa.

Occorre verificare quindi che la sezione rettangolare del canale grigliato, con larghezza utile pari a 0.30 m, altezza pari a 0.40 m e pendenza longitudinale pari allo 0.50%, sia tale da garantire il corretto smaltimento di metà della portata captata.

La capacità di smaltimento viene calcolata secondo la legge di Chézy del moto uniforme vista sopra, i cui parametri nel caso specifico sono:

- coefficiente di scabrezza di Strickler (sezione in cls): 60 m<sup>1/3</sup>/s;
- area sezione bagnata a massimo riempimento: 0.120 m<sup>2</sup>;
- raggio idraulico a massimo riempimento: 0.110 m;
- pendenza motrice minima: 0.50%.

La capacità di smaltimento è pari a 116 l/s, decisamente superiore alla portata stimata per la il sottopasso in oggetto (61 l/s).

### 2.2.3 Tubazione DN400 di convogliamento alla vasca

La portata meteorica raccolta dalle griglie trasversali viene incanalata nella tubazione in PVC di diametro DN400, disposte al di sotto del piano stradale.

La capacità di smaltimento delle tubazioni viene calcolata secondo la legge di Chézy del moto uniforme assumendo i seguenti parametri:

- coefficiente di scabrezza di Strickler (tubazione in PVC): 90 m<sup>1/3</sup>/s;
- area sezione bagnata a massimo riempimento (h/D = 0.70): 0.093 m<sup>2</sup>;
- raggio idraulico a massimo riempimento: 0.118 m;
- pendenza motrice minima (ingresso vasca di prima pioggia): 0.50%.

La capacità di smaltimento è pari a 142 l/s, poiché tale valore è superiore alla portata in transito la sezione assegnata è sufficiente a garantire il deflusso delle acque meteoriche.



## 2.2.4 Vasca di raccolta delle acque meteoriche

Ai sensi della d.g.r. 1 agosto 2003 n°7/13950 dell' art. 6 allegato B in merito agli scarichi nei corsi d'acqua, si prevede di realizzare un volume di accumulo tale da garantire che lo scarico massimo nel corpo idrico ricettore sia inferiore a 20 l/s per ettaro impermeabile nelle zone prive di pubbliche fognature e inferiore a 40 l/s/ha in caso contrario.

La portata proveniente dalla sede stradale entra nel sistema di accumulo attraverso la tubazione in PVC DN400.

La volumetria della vasca deve essere tale da consentire l'accumulo della portata in ingresso eccedente il massimo scaricabile consentito da normativa e tale da limitare il numero di attacchi/stacchi orari dell'impianto di sollevamento.

La capacità delle vasche volano è stata calcolata secondo la metodologia della "laminazione ottimale" che conduce all'individuazione del volume minimo da assegnare alla vasca nell'ipotesi di portata uscente costante.

In particolare si è stimata l'onda di piena entrante secondo il modello cinematico e si è fissato il valore della portata uscente costante, pari a quello concesso dalla sopra menzionata normativa (20 l/s per ettaro di superficie scolante).

Il volume da assegnare alla vasca volano è quindi calcolato con la seguente espressione:

$$W = \varphi A a v^n + T_c Q_u^2 \frac{v^{1-n}}{\varphi A a} - Q_u v - Q_u T_c$$

dove le variabili in gioco sono:

- A area scolante, data dalla lunghezza del sottopasso per la tratta al di sotto del piano campagna per la larghezza dello stesso;
- a,n parametri della curva di possibilità pluviometrica della zona di intervento per tempo di ritorno di 25 anni;
- Tc tempo di corrivazione, stimato in 5 minuti;
- Qu portata uscente fissata da normativa e funzione dell'area scolante;
- $\theta$  durata critica che massimizza il volume della vasca ottenuta derivando l'equazione sopra rispetto al tempo.

Nel caso specifico si ottiene un volume da assegnare alla vasca di 28 m<sup>3</sup> circa.

Tale volumetria è raggiungibile realizzando una vasca con dimensioni in pianta di 6.00 m x 2.10 m e profondità di 2.30 m.

## 2.2.5 Impianto di sollevamento

Lo svuotamento delle vasche avverrà mediante un sistema di 2 pompe (1 attiva e 1 di riserva) ad installazione semifissa in immersione, ciascuna dimensionata per la portata massima da sollevare coincidente con il massimo scaricabile nel ricettore consentito da normativa.

La curva caratteristica dell'impianto su cui tarare la pompa ha la seguente espressione:

$$\Delta H_{TOT} = \Delta H_G + \Delta H_C + \Delta H_D$$

dove

$\Delta H_G$  dislivello geodetico tra aspirazione e restituzione

$\Delta H_C$  perdite di carico concentrate

$\Delta H_D$  perdite di carico distribuite

Le perdite di carico localizzate sono determinate con la formula:

$$\Delta H_C = \alpha \frac{v^2}{2g}$$

dove  $\alpha$  è un parametro che dipende dal tipo di perdita; nel caso in esame:

1 valvola di intercettazione ( $\alpha = 0.15$ );

1 valvola di ritegno a clapet ( $\alpha = 0.30$ );

3 curve a 90° ( $\alpha = 0.25$ );

1 sbocco ( $\alpha = 0.60$ )

Le perdite di carico distribuite sono valutate con la formula di Chézy:

$$\Delta H_D = J \cdot L$$

$$J = \frac{V^2}{k_s^2 \cdot R^{\frac{4}{3}}}$$

nelle quali i simboli hanno il seguente significato:

J cadente piezometrica ( $\text{mm}^{-1}$ );

L lunghezza della tubazione (m);

V velocità della corrente corrispondente alla portata di progetto massima;

R raggio idraulico della tubazione (m);

ks coefficiente di Strickler, assunto pari a  $90 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$  per le superfici in PEAD in opera.

La potenza richiesta dall'impianto è pari a:



$$P = \gamma Q H / (102 * \eta)$$

Essendo la portata pari a 1.5 l/s, per un rendimento del 70% e una prevalenza totale di 7.6 m, la potenza richiesta dalla singola pompa è inferiore a 0.2kW.

Il diametro della condotta di mandata dovrà essere tale da mantenere la velocità di transito della portata compresa tra 1 e 2 m/s e quindi sarà DN60.

La pressione nominale di 2.5 risulta adeguata per il caso in oggetto.

### **3. VERIFICHE ATTRAVERSAMENTI RETICOLO IRRIGUO**

Non avendo indicazioni inerente il valore della portata transitante, le verifiche che seguono vengono effettuate calcolando e confrontando la portata evacuabile con un franco di 20 cm dalla sezione esistente e la portata evacuabile con un franco di 20cm dalla sezione di ripristino.

#### **3.1 Verifica tombino circolare dn 800 pk.0+533.000**

La capacità di smaltimento del cavo esistente, canale trapezio di dimensioni indicative: larghezza di base 0.5 m, larghezza in testa 1.0 m, altezza 0.6 m, viene calcolata secondo la legge di Chézy , i cui parametri nel caso specifico sono:

- coefficiente di scabrezza di Strickler: 40 m<sup>1/3</sup>/s;
- pendenza motrice indicativa: 0.25%.
- altezza di calcolo 0.4 m

Il canale è in grado di evacuare una portata massima pari a 0,210 m<sup>3</sup>/s;

La capacità di smaltimento del tombino, viene anch'essa calcolata secondo la legge di Chézy del moto uniforme, i cui parametri nel caso specifico sono:

- coefficiente di scabrezza di Strickler: 60 m<sup>1/3</sup>/s;
- pendenza motrice minima: 0.16%.
- altezza di calcolo 1.8 m

Il tombino è in grado di evacuare una portata massima pari a 0,376 m<sup>3</sup>/s.

Essendo la portata convogliabile dalla sezione di ripristino superiore alla portata convogliabile dalla sezione esistente la verifica risulta soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR <b>Cepav due</b> 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Doc. N. 47077_07.doc	Progetto IN05	Lotto 00	Codifica Documento D-E2-RI-NV1600-002	Rev. 0	Foglio 11 di 16

### **3.2 Verifica tombino Scatolare 3.0x2.0 pk.0+716.000**

In questo caso il tombino è posto a valle della confluenza di due canali vengono calcolate distintamente le portate in moto uniforme degli stessi:

#### **Cavo 1**

Canale trapezio di dimensioni indicative: larghezza di base 0.85 m, larghezza in testa 1.25 m, altezza 1.0 m, viene calcolata la portata utilizzando i seguenti parametri:

- coefficiente di scabrezza di Strickler: 40 m<sup>1/3</sup>/s;
- pendenza motrice indicativa: 0.15%.
- altezza di calcolo 0.8 m

Il canale è in grado di evacuare una portata massima pari a 0.592 m<sup>3</sup>/s;

#### **Cavo 2**

Canale trapezio di dimensioni indicative: larghezza di base 1.15 m, larghezza in testa 1.80 m, altezza 0.6 m, viene calcolata la portata utilizzando i seguenti parametri:

- coefficiente di scabrezza di Strickler: 40 m<sup>1/3</sup>/s;
- pendenza motrice indicativa: 0.18%.
- altezza di calcolo 0.4 m

Il canale è in grado di evacuare una portata massima pari a 0.480 m<sup>3</sup>/s;

La portata di progetto è data dalla somma delle due portate precedentemente calcolate ed è quindi pari a 1.072 m<sup>3</sup>/s

La capacità di smaltimento del tombino scatolare nell'ipotesi che il deflusso avvenga a sezione piena, viene anch'essa calcolata secondo la legge di Chézy, i cui parametri nel caso specifico sono:

- coefficiente di scabrezza di Strickler: 60 m<sup>1/3</sup>/s;
- pendenza motrice minima: 0.1 %.
- altezza di calcolo 1.8 m

Il tombino è in grado di evacuare una portata massima pari a 8,96 m<sup>3</sup>/s.

Essendo la portata convogliabile dalla sezione di ripristino superiore alla portata convogliabile dalla sezione esistente la verifica risulta soddisfatta.

### **3.3 Verifica tombino circolare dn 1000 pk.0+970.55**

La capacità di smaltimento del cavo esistente, canale trapezio di dimensioni indicative: larghezza di base 0.7 m, larghezza in testa 1.2 m, altezza 0.6 m, viene calcolata secondo la legge di Chézy, i cui parametri nel caso specifico sono:

- coefficiente di scabrezza di Strickler: 40 m<sup>1/3</sup>/s;
- pendenza motrice indicativa: 0.2%.
- altezza di calcolo 0.4 m

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 47077\_07.doc

Progetto

IN05

Lotto

00

Codifica Documento

D-E2-RI-NV1600-002

Rev.

0

Foglio

12 di  
16

Il canale è in grado di evacuare una portata massima pari a  $0.256 \text{ m}^3/\text{s}$ ;

La capacità di smaltimento del tombino dn1000, viene anch'essa calcolata secondo la legge di Chézy del moto uniforme, i cui parametri nel caso specifico sono:

- coefficiente di scabrezza di Strickler:  $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;
- pendenza motrice minima:  $0.16\%$ .
- altezza di calcolo  $0.8 \text{ m}$

Il tombino è in grado di evacuare una portata massima pari a  $0,817 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Essendo la portata convogliabile dalla sezione di ripristino superiore alla portata convogliabile dalla sezione esistente la verifica risulta soddisfatta.

### **3.4 Verifica tombino Scatolare 3.0x2.0 pk.1+042.000**

La capacità di smaltimento del cavo esistente, canale di dimensioni indicative: larghezza di base 2.5 m, larghezza in testa 4.5 m, altezza 1.2 m, viene calcolata secondo la legge di Chézy del moto uniforme, i cui parametri nel caso specifico sono:

- coefficiente di scabrezza di Strickler:  $40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;
- pendenza motrice indicativa:  $0.25\%$ .
- altezza di calcolo  $1.0 \text{ m}$

Il canale è in grado di evacuare una portata massima pari a  $6.65 \text{ m}^3/\text{s}$ ;

La capacità di smaltimento del tombino scatolare, nell'ipotesi che il deflusso avvenga a sezione piena, viene anch'essa calcolata secondo la legge di Chézy, i cui parametri nel caso specifico sono:

- coefficiente di scabrezza di Strickler:  $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;
- pendenza motrice minima:  $0.2\%$ .
- altezza di calcolo  $1.8 \text{ m}$

Il tombino è in grado di evacuare una portata massima pari a  $12,67 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Essendo la portata convogliabile dalla sezione di ripristino superiore alla portata convogliabile dalla sezione esistente la verifica risulta soddisfatta.

### **3.5 Verifica tombino circolare dn 800 pk.1+130.40**

La capacità di smaltimento del cavo esistente, canale trapezio di dimensioni indicative: larghezza di base 0.4 m, larghezza in testa 0.9 m, altezza 0.6 m, viene calcolata secondo la legge di Chézy, i cui parametri nel caso specifico sono:

- coefficiente di scabrezza di Strickler:  $40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;
- pendenza motrice indicativa:  $0.9\%$ .
- altezza di calcolo  $0.4 \text{ m}$

Il canale è in grado di evacuare una portata massima pari a  $0.330 \text{ m}^3/\text{s}$ ;



La capacità di smaltimento del tombino dn800, viene anch'essa calcolata secondo la legge di Chézy del moto uniforme, i cui parametri nel caso specifico sono:

- coefficiente di scabrezza di Strickler:  $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;
- pendenza motrice minima: 0.2%.
- altezza di calcolo 0.6 m

Il tombino è in grado di evacuare una portata massima pari a  $0,420 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Essendo la portata convogliabile dalla sezione di ripristino superiore alla portata convogliabile dalla sezione esistente la verifica risulta soddisfatta.

### **3.6 Verifica tombino Scatolare 2.0x2.0 pk.1+179.860**

La capacità di smaltimento del cavo esistente, canale di dimensioni indicative: larghezza di base 1.0 m, larghezza in testa 2.6 m, altezza 0.6 m, viene calcolata secondo la legge di Chézy del moto uniforme, i cui parametri nel caso specifico sono:

- coefficiente di scabrezza di Strickler:  $40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;
- pendenza motrice indicativa: 0.522%.
- altezza di calcolo 0.4 m

Il canale è in grado di evacuare una portata massima pari a  $1.04 \text{ m}^3/\text{s}$ ;

La capacità di smaltimento del tombino scatolare, nell'ipotesi che il deflusso avvenga a sezione piena, viene anch'essa calcolata secondo la legge di Chézy, i cui parametri nel caso specifico sono:

- coefficiente di scabrezza di Strickler:  $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;
- pendenza motrice minima: 0.17 %.
- altezza di calcolo 1.8 m

Il tombino è in grado di evacuare una portata massima pari a  $6,63 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Essendo la portata convogliabile dalla sezione di ripristino superiore alla portata convogliabile dalla sezione esistente la verifica risulta soddisfatta.

### **3.7 Verifica tombino Scatolare 3.0x2.0 pk.1+219**

La capacità di smaltimento del cavo esistente, canale di dimensioni indicative: larghezza di base 1.2 m, larghezza in testa 3.2 m, altezza 0.6 m, viene calcolata secondo la legge di Chézy del moto uniforme, i cui parametri nel caso specifico sono:

- coefficiente di scabrezza di Strickler:  $40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;
- pendenza motrice indicativa: 0.8%.
- altezza di calcolo 0.4 m

Il canale è in grado di evacuare una portata massima pari a  $1.29 \text{ m}^3/\text{s}$ ;



La capacità di smaltimento del tombino scatolare, nell'ipotesi che il deflusso avvenga a sezione piena, viene anch'essa calcolata secondo la legge di Chézy, i cui parametri nel caso specifico sono:

- coefficiente di scabrezza di Strickler:  $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;
- pendenza motrice minima: 0.2%.
- altezza di calcolo 1.8 m

Il tombino è in grado di evacuare una portata massima pari a  $9,46 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Essendo la portata convogliabile dalla sezione di ripristino superiore alla portata convogliabile dalla sezione esistente la verifica risulta soddisfatta.

### **3.8 Verifica tombino Scatolare 3.0x2.0 pk.1+660**

La capacità di smaltimento del cavo esistente, canale di dimensioni indicative: larghezza di base 1.0 m, larghezza in testa 2.6 m, altezza 0.6 m, viene calcolata secondo la legge di Chézy del moto uniforme, i cui parametri nel caso specifico sono:

- coefficiente di scabrezza di Strickler:  $40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;
- pendenza motrice indicativa: 0.8%.
- altezza di calcolo 0.4 m

Il canale è in grado di evacuare una portata massima pari a  $0.52 \text{ m}^3/\text{s}$ ;

La capacità di smaltimento del tombino scatolare, nell'ipotesi che il deflusso avvenga a sezione piena, viene anch'essa calcolata secondo la legge di Chézy, i cui parametri nel caso specifico sono:

- coefficiente di scabrezza di Strickler:  $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;
- pendenza motrice minima: 0.2%.
- altezza di calcolo 1.8 m

Il tombino è in grado di evacuare una portata massima pari a  $9,46 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Essendo la portata convogliabile dalla sezione di ripristino superiore alla portata convogliabile dalla sezione esistente la verifica risulta soddisfatta.

### **4. ATTRAVERSAMENTO TORRENTE GARZA**

La base considerata per effettuare considerazioni sui livelli di piena del torrente Garza è lo studio effettuato da Snamprogetti sull'attraversamento della linea a.c Milano – Verona, che è situato circa 2000 m a valle rispetto all'attraversamento della strada in esame.

In sintesi tale studio fornisce una portata ( $Tr_{100}$ ) pari a  $37 \text{ m}^3/\text{s}$ , con un livello idrico di piena pari a 113.45 m.s.l.m.

Non essendo disponibile un rilievo per un significativo tratto di alveo che consenta di effettuare una simulazione in moto permanente, lo studio eseguito nel seguito ipotizza un deflusso in moto uniforme, si procede ricostruendo la scala di deflusso per la sezione in asse alla viabilità.

Per poter applicare la formula di Chezy del moto uniforme si fanno le seguenti assunzioni:

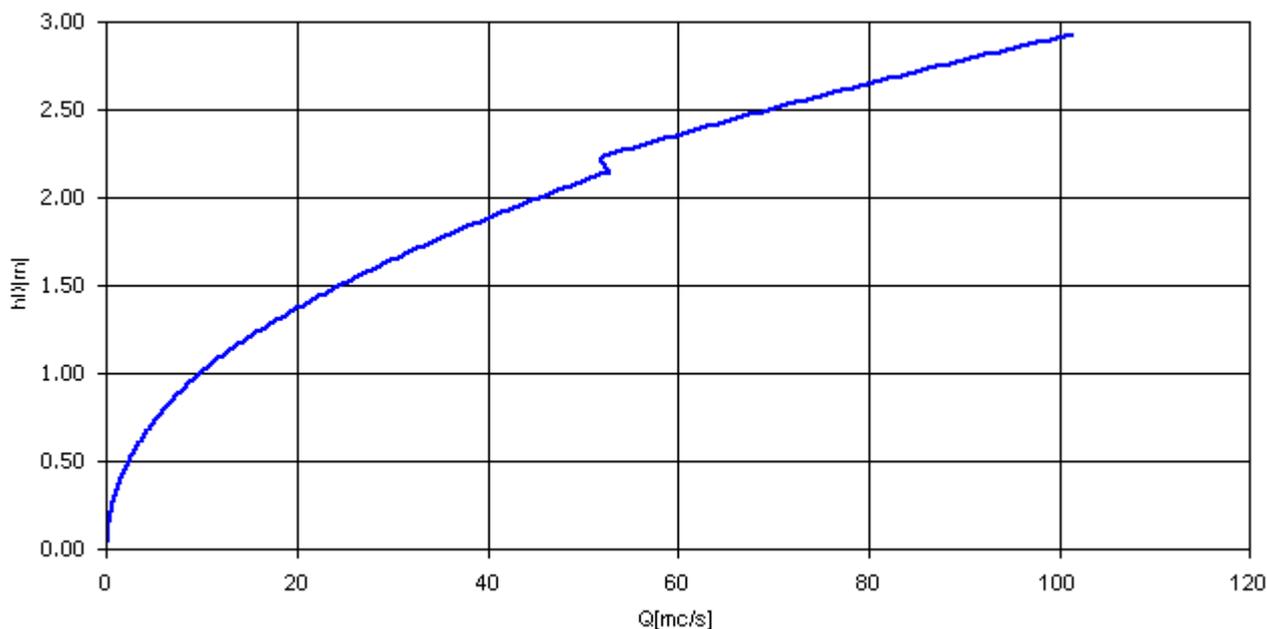
- valore medio di pendenza dell'alveo in tale tratto è stato assunto pari a: 0.15%.
- coefficiente di scabrezza di Strickler pari a  $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  (valore medio utilizzato per gli alvei naturali).

Si ottiene un'altezza di moto uniforme  $H_0 = 1.82 \text{ m}$  con velocità di deflusso pari a  $1.33 \text{ m/s}$ .

A tale valore bisogna aggiungere il franco previsto dalla dir 2/99 dell'autorità di bacino, cioè il valore massimo tra la metà dell'altezza cinetica e  $1 \text{ m}$ .

Siccome l'altezza cinetica è pari a circa  $0,09 \text{ m}$ , il franco da aggiungere al valore del tirante calcolato risulta essere pari a  $1 \text{ m}$ .

Essendo la quota di fondo della sezione pari a  $114.45$ , ne deriva che la quota dell'intradosso dell'impalcato dell'attraversamento in oggetto deve essere posizionato a una quota maggiore o uguale a  $117.27 \text{ mslm}$ .



GENERAL CONTRACTOR

**Cepav due**



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N. 47077\_07.doc

Progetto  
IN05

Lotto  
00

Codifica Documento  
D-E2-RI-NV1600-002

Rev.  
0

Foglio  
16 di  
16