

## S.S. 51 "di Alemagna" Provincia di Belluno

### Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021

Attraversamento dell'abitato di Valle di Cadore

## PROGETTO ESECUTIVO

COD. VE 14

**RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:**

Dott. Ing. Paolo Cucino  
Ord. Ingg. Prov. di Trento n° 2216

**CAPOGRUPPO MANDATARIA:**

SWS Engineering Spa

**SWS**<sup>TM</sup>

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROV. DI TRENTO  
Dott. Ing. PAOLO CUCINO  
ISCRIZIONE ALBO N° 2216

**IL GEOLOGO:**

Dott. Geol. Andrea Oss  
Ord. Geologi Trentino / Alto Adige n° 300

**IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:**

Dott. Ing. Paolo Cucino  
Ord. Ingg. Prov. di Trento n° 2216

**MANDANTE:**

Coding Srl



**VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

Dott. Ing. Ettore De la Grennelais

## IDROLOGIA ED IDRAULICA Sistema di drenaggio del corpo stradale Relazione di Smaltimento Acque Meteoriche

**CODICE PROGETTO**

PROGETTO LIV. PROG. ANNO N. PROG.

MSVE14 E 2101

**NOME FILE**

T00\_ID00\_IDR\_RE01\_B

CODICE ELAB. T00 ID01 IDR RE01

**REVISIONE**

C

**SCALA:**

-

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
C	Revisione Istruttoria	11.2021	CLAUSER	NAVE	CUCINO
B	Revisione Istruttoria	10.2021	CLAUSER	NAVE	CUCINO
A	Emissione	07.2021	CLAUSER	NAVE	CUCINO

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
1.1	GENERALITÀ	3
1.2	OGGETTO SPECIFICO DEL DOCUMENTO	4
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI PROGETTUALI DI BASE</b>	<b>6</b>
2.1	PROGETTO PD ANAS 2020	6
2.2	PRESCRIZIONI DEGLI ENTI	6
2.2.1	PRESCRIZIONI AL PROGETTO DEFINITIVO – CONFERENZA DEI SERVIZI	6
2.2.2	PRESCRIZIONI AL PROGETTO DEFINITIVO – V.I.A.	7
<b>3</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>8</b>
3.1	NORMATIVE NAZIONALI	8
3.2	NORMATIVE REGIONALI	8
3.3	LINEE GUIDA ANAS	9
<b>4</b>	<b>SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA</b>	<b>13</b>
5.1	TEMPI DI RITORNO	13
5.2	CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA	14
5.3	MODELLO AFFLUSSI-DEFLUSSI	15
5.4	DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI DEI COLLETTORI	17

<b>5.5</b>	<b>CALCOLO DEL VELO IDRICO SULLA PIATTAFORMA STRADALE</b>	<b>18</b>
<b>5.6</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI DRENAGGIO</b>	<b>20</b>
5.6.1	DEFLUSSO IDRICO E INTERASSE SCARICHI	20
<b>5.7</b>	<b>SCARICHI DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE</b>	<b>23</b>
5.7.1	Aspetti quantitativi	24
5.7.2	Aspetti qualitativi	28
<b>6</b>	<b>INVARIANZA IDRAULICA</b>	<b>30</b>
<b>6.1</b>	<b>INQUADRAMENTO GENERALE</b>	<b>30</b>
<b>6.2</b>	<b>VERIFICA DELLE SUPERFICI DI INVARIANZA</b>	<b>30</b>
<b>7</b>	<b>VASCHE DI ACCUMULO SVERSAMENTI ACCIDENTALI</b>	<b>33</b>
<b>7.1</b>	<b>PROTEZIONE AMBIENTALE</b>	<b>33</b>
<b>7.2</b>	<b>UBICAZIONE E FUNZIONAMENTO</b>	<b>34</b>
<b>8</b>	<b>IMPATTO DELL'OPERA SULL'AMBIENTE IDRICO</b>	<b>35</b>

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 GENERALITÀ

Il presente documento intende illustrare le principali scelte progettuali condotte per quanto riguarda il progetto del tracciato stradale, nell'ambito dell'infrastruttura "**SS 51 "di Alemagna" Attraversamento dell'abitato di Valle di Cadore**" con codice ANAS VE014, con riferimento alla fase di Progettazione Esecutiva.

L'infrastruttura in oggetto sarà costituita da un asse stradale tipo C2, in variante all'attuale SS 51 "di Alemagna" che consentirà di by-passare un tratto particolarmente critico dell'attraversamento dell'abitato di Valle di Cadore (BL), per una lunghezza complessiva di circa 800 m.

Il progetto di attraversamento dell'abitato di Valle di Cadore si inserisce nel contesto del Piano straordinario per l'accessibilità a Cortina 2021.

In particolare, l'intervento si propone di realizzare una galleria e relativi raccordi di estremità per il superamento un nodo critico lungo l'attraversamento dell'abitato di Valle di Cadore, oggi di fatto regolato da senso unico alternato per effetto della sezione ristretta e della prossimità di fabbricati vincolati alla sede stradale.

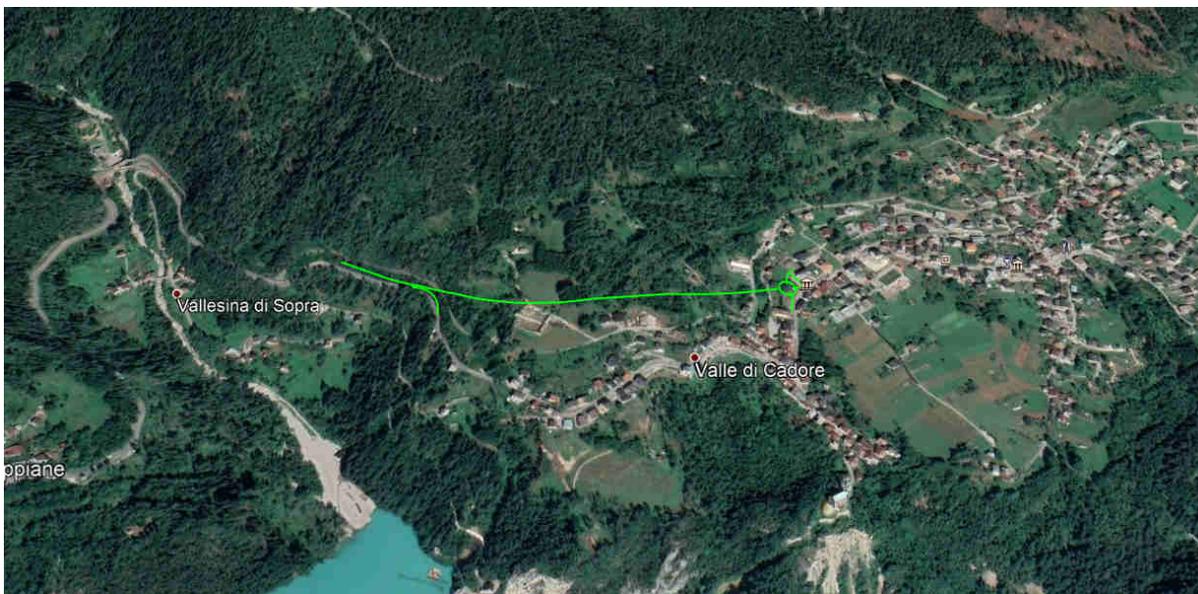


Figura 1 – Ubicazione del tracciato di progetto su vista Google Earth

Il progetto di variante all'abitato non interessa nodi rilevanti di viabilità extraurbana; in tratto sotteso interessa in sostanza alcune intersezioni a raso con viabilità comunale urbana che rimane utilmente collegata al tratto declassato che diventerà, ad opere ultimate, parte integrante della rete urbana comunale di Valle di Cadore.

L'itinerario in esame non è compreso nel sistema delle reti transeuropee dei trasporti (TEN).

Il nuovo tracciato stradale è caratterizzato per una parte considerevole da opere in sotterraneo, ed in particolare da una Galleria Naturale di lunghezza circa 620 m, comprendendo anche i tratti di imbocchi in artificiale.

In direzione Ovest, lato Cortina, la nuova infrastruttura sarà connessa all'attuale SS 51, con un'intersezione che consentirà l'uscita a raso dalla direttrice principale verso l'attuale tracciato della strada statale, prima dell'imbocco della galleria.

L'infrastruttura di progetto è completata da un innesto lato Belluno (direzione Est) costituito da una rotonda di innesto sulla SS.51 di collegamento con l'attuale tratto della stessa SS 51 in direzione Cortina, e con una viabilità locale, situata appena in uscita al tratto in galleria naturale.

Oltre alla galleria artificiale e relativi brevi tratti in artificiale, sono previste alcune opere in corrispondenza dei due svincoli / imbocchi:

- Paratia di sostegno definitiva lato monte e opera in terre rinforzate a valle, in corrispondenza dell'innesto lato Cortina;
- Paratia di sostegno definitiva lato monte e fabbricato tecnologico a servizio della galleria, in corrispondenza dell'innesto lato Belluno.

L'opera sarà completata dalle dotazioni impiantistiche ed idrauliche a supporto del tracciato stradale.

## **1.2 OGGETTO SPECIFICO DEL DOCUMENTO**

Gli obiettivi principali relativi agli aspetti idraulici dell'area interessata dal tracciato stradale riguardano in particolare la caratterizzazione idrologica-idraulica dell'area di interesse e hanno individuato le principali problematiche legate all'interazione tra l'infrastruttura e il sistema delle acque superficiali.

Nella presente relazione vengono affrontati in particolare i seguenti aspetti:

- Il mantenimento della continuità idraulica di tutta la rete idrografica naturale e di drenaggio esistente mediante la conservazione, per quanto possibile, dell'originaria disposizione dei reticoli;
- Prevedere i principali attraversamenti della piattaforma mediante manufatti ispezionabili;

- Impedire che le eventuali modifiche al regime dei corsi d'acqua, create a valle delle opere progettate, inneschino fenomeni di erosione e di dissesto;
- La difesa delle opere stradali dall'azione erosiva delle acque provenienti da monte;
- La raccolta e l'allontanamento, nel rispetto del criterio di invarianza idraulica, delle acque meteoriche ricadenti sulle superfici stradali e sulle pertinenze.

Nella presente relazione vengono illustrate le elaborazioni effettuate per il dimensionamento e la verifica dei manufatti idraulici di raccolta e drenaggio delle acque di piattaforma.

## 2 RIFERIMENTI PROGETTUALI DI BASE

### 2.1 PROGETTO PD ANAS 2020

Punto di partenza del presente Progetto Esecutivo, è il Progetto Definitivo sviluppato da ANAS nel 2020, con l'assistenza alla progettazione di professionisti esterni.

Rispetto al Progetto Definitivo ANAS sono state operate alcune modifiche locali al tracciato planimetrico, nel seguito brevemente descritte:

- Leggero spostamento lato monte (direzione Nord) dell'asse del tracciato, fino ad un massimo di 7 m circa, per motivazioni di tipo geotecnico e di miglior collocazione della rotatoria di innesto lato Belluno;
- Adeguamento delle dimensioni della rotatoria di innesto lato Belluno, con leggero aumento del raggio interno ed esterno e collocazione spostata in direzione Nord;
- Ricollocazione e ridimensionamento del Fabbricato Tecnologico di imbocco in corrispondenza della rotatoria;
- Adeguamento delle dimensioni e della geometria del tratto di scambio e della corsia di decelerazione sull'innesto lato Cortina.

Dal punto di vista del progetto geotecnico, sono state modificate ottimizzandole, le sezioni di scavo della galleria naturale, le sezioni delle paratie in corrispondenza degli imbocchi e dell'opera di sostegno di valle dell'imbocco lato Cortina.

### 2.2 PRESCRIZIONI DEGLI ENTI

#### 2.2.1 PRESCRIZIONI AL PROGETTO DEFINITIVO – CONFERENZA DEI SERVIZI

In fase di valutazione del Progetto Definitivo, si sono espressi con pareri **favorevoli con prescrizioni pendenti sulla corrente fase di Progetto Esecutivo**, i seguenti enti competenti:

- *BIM Belluno Infrastrutture (Gestione Servizi Pubblici SpA)*: prescrizioni su Interferenze
- *Provincia di Belluno – Settore Urbanistica e mobilità*: Compatibilità Ambientale dell'Opera; Compatibilità Urbanistica dell'opera; Trasporto Pubblico Locale Extraurbano;
- *MIBACT Ministero per i beni e le attività culturali e per il turismo*: Prescrizioni di carattere ambientale e archeologico;
- *Regione Veneto - Unità Organizzativa Genio Civile Belluno - Unità Organizzativa Forestale Belluno*;

- *Regione Veneto – Deliberazione della Giunta Provinciale: Aspetti Progettuali vari.*
- *Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali – Sede di Venezia: Prescrizione su aspetti geologici e idraulici.*

Hanno espresso parere favorevole senza prescrizione altri enti, che non hanno rilevato interferenze di quanto in propria gestione con la nuova infrastruttura.

---

### 2.2.2 PRESCRIZIONI AL PROGETTO DEFINITIVO – V.I.A.

In fase di valutazione del Progetto Definitivo, la procedura di Valutazione Impatto Ambientale ha prodotto i seguenti pareri con prescrizioni, espressi dalla Commissione Tecnica di V.I.A.

- *Aspetti Progettuali – da recepire in Fase di Progettazione Esecutiva: Aspetti infrastrutturali e Idraulici;*
- *Aspetti Gestionali – da recepire nella fase precedente la Cantierizzazione: Aspetti Ambientali (fauna, flora, ecosistemi, monitoraggi, mitigazioni);*
- *Mitigazioni – da recepire in Fase di Progettazione Esecutiva e in Fase di Cantiere;*
- *Aspetti Ambientali – fase di Esercizio: rumore, vibrazioni, monitoraggio.*

## 3 RIFERIMENTI NORMATIVI

### 3.1 **NORMATIVE NAZIONALI**

- Legge 109/94, La nuova legge quadro in materia di lavori pubblici - Legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modifiche ed integrazioni.
- D.P.R. 34 - 25/01/00 Regolamento recante istituzione del sistema di qualificazione per gli esecutori di lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 8 della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni.
- D.M. 145 - 19/04/00 Regolamento recante il Capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni.
- DM 17-01-2018 - Norme Tecniche Costruzioni (NTC)
- Nuovo Codice della Strada – DL 30 Aprile 1992 e successive modifiche e integrazioni;
- Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada – DPR 16 Dicembre 1992 e successive modifiche e integrazioni;
- Norme Funzionali e Geometriche per la costruzione delle strade – DM 5 Novembre 2001 e successive modifiche e integrazioni (D.M. 22/04/2004).
- Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali – D.M. 19 aprile 2006;
- Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle intersezioni stradali urbane – Norme Tecniche CNR 15 Aprile 1983 N. 90;
- Norme sulle caratteristiche funzionali e geometriche delle intersezioni stradali (bozza 2001) – a cura della Commissione di studio per le Norme relative ai materiali stradali e progettazione, costruzione e manutenzione strade del CNR.
- DL 11-05-1999 n° 152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento".
- Piano Generale di Bacino del fiume Po;
- DM Infrastrutture 14-01-2008 – Circolare 02 febbraio 2009 n. 617/C.S.LL.PP. - Nuove norme tecniche per le costruzioni;
- Legge 152/06 "Norme in materia ambientale".

### 3.2 **NORMATIVE REGIONALI**

- DCR 107 – 5-11-2009 e successivi decreti con i quali è stato approvato e aggiornato il Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.);
- DGRV 3053 - 01-10-2004, attuazione del DM 6-11-2003, n. 367 relativo al controllo delle sostanze pericolose immesse nell'ambiente idrico;

### **3.3 LINEE GUIDA ANAS**

- Linee Guida per la progettazione della Sicurezza nelle Gallerie Stradali secondo la normativa vigente (ANAS 2009).
- Caratteristiche Geometriche Funzionali delle Gallerie.

## 4 SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

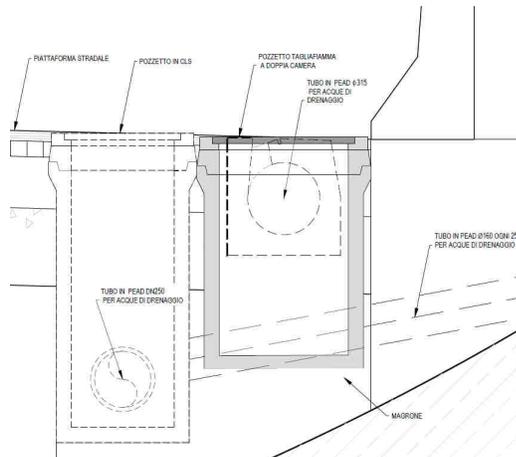
La rete di drenaggio si pone gli obiettivi di ripristinare la continuità del deflusso superficiale naturale preesistente, drenare i volumi di pioggia che insistono direttamente sulla superficie stradale e trasferirli alla rete di drenaggio per l'allontanamento verso i rispettivi ricettori finali.

Le acque di piattaforma relative al tracciato vengono captate tramite caditoie disposte lateralmente alla piattaforma stradale e convogliate, in parte verso l'imbocco Ovest e in parte verso l'imbocco Est, mediante un sistema di collettori con ricettori di scarico riceventi anche le acque meteoriche dei versanti drenati, ovvero scarico verso scoli superficiali per quanto riguarda la piattaforma Ovest; scarico nella rete fognaria mista esistente per quanto riguarda la piattaforma Est. Sono inoltre previste vasche di accumulo progettate per trattenere liquidi provenienti da eventuali sversamenti accidentali sulle superfici stradali. Per le acque meteoriche drenate dalle superfici dell'imbocco Ovest, per le quali è stata prescritta una vasca di prima pioggia, si sono analizzati i sistemi disponibili. Tuttavia considerati i requisiti tecnici e di posizionamento di tale impianto, e vista l'impossibilità tecnica di realizzare una piazzola di alloggiamento fuori sede stradale (preclusa da ripido versante in terra rinforzata a valle e ripido versante con paratia a monte), considerato inoltre il trascurabile contributo di portata dovuto alle limitate superfici aggiuntive di progetto rispetto al tracciato esistente (allargamento per svincolo) e l'assenza di impianti analoghi lungo l'attuale tratto stradale, rendono l'inserimento di tale impianto all'interno del sistema sostanzialmente non migliorativo ed efficace rispetto alla situazione attuale. Per l'imbocco Est non è previsto, invece, tale trattamento in quanto le acque di versante sono già attualmente regimate e incanalate verso la fognatura esistente e, anche considerando le acque di piattaforma, si riscontra un contributo molto modesto, trascurabile e adeguato rispetto alla rete fognaria mista ricevente.

Collettori e vasche sono stati dimensionati per consentire il drenaggio e l'accumulo degli sversamenti accidentali e per gestire correttamente le portate meteoriche. Per gli sversamenti accidentali, avendo gli attuali mezzi di trasporto carburante una capacità massima pari a 39'000 l, sono state previste due vasche, una in corrispondenza di ciascun imbocco, di volume pari a 50 m<sup>3</sup>, come da tipologico riportato nella tavola dedicata.

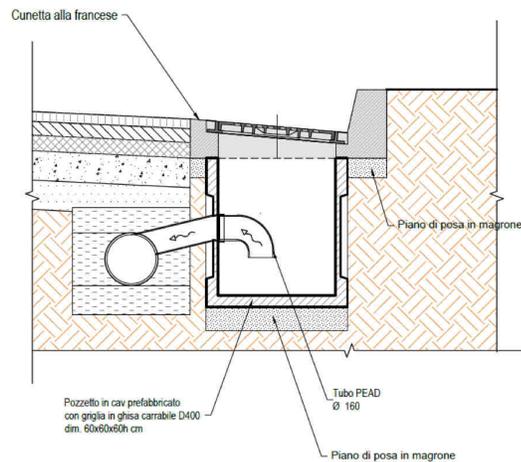
La captazione delle acque avviene tramite tre tipologie principali a seconda delle caratteristiche delle sezioni stradali:

- **Sezioni in galleria:** mediante canaletta a fessura prefabbricata per raccolta acque di piattaforma con pozzetti tagliafiamma a doppia camera e condotta parallela in PeAD di diametro DN250 per le acque di drenaggio convogliate mediante tratti di tubazioni DN160 ogni 25 m. La funzione principale di tale rete è quella di drenare liquidi in caso di incidente o sversamento accidentale e drenare le acque di filtrazione.



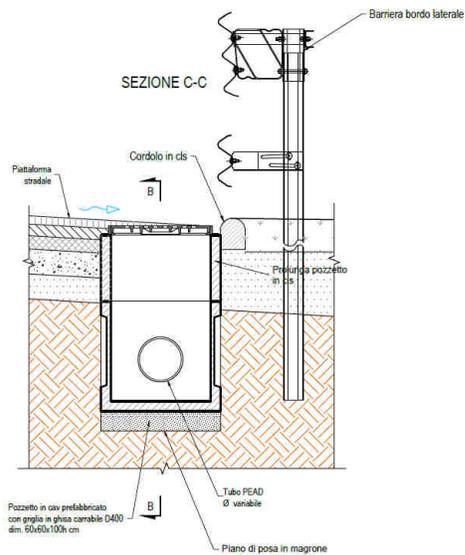
**Figura 2 – Sezione tipologica di pozzetto tagliafiamma**

- **Sezioni lato tracciato:** cunetta triangolare del tipo alla francese in grado di convogliare le portate meteoriche nei pozzetti prefabbricati attraverso apposite griglie e quindi nei collettori in PeAD.



**Figura 3 – Sezione tipologica di cunetta alla francese**

- **Sezioni in rilevato:** pozzetti di linea prefabbricati, posti mediamente ad interasse pari a 25 m, del tipo in cemento ad elementi sovrapposti, delle dimensioni interne in pianta di 1x1 m ed altezza variabile fino al raggiungimento del piano stradale.



**Figura 4 – Sezione tipologica di pozzetto di linea**

## 5 DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA

### 5.1 TEMPI DI RITORNO

Il rischio idraulico scaturisce dalla possibilità di danno a persone, beni o infrastrutture in conseguenza al trasporto di acqua e solidi trasportati nei corpi idrici superficiali. Può essere suddiviso in rischio da esondazione, incluso quello da dinamica d'alveo (trasporto di sedimenti e di materiale flottante) e rischio di dissesto (instabilità di coltri superficiali).

L'assegnazione del periodo di ritorno TR per provvedere al dimensionamento di un'opera idraulica, e quindi al controllo di un definito evento limite, comporta la scelta del grado di rischio di insufficienza dell'intervento. Questo è legato a sua volta all'importanza dell'opera ed alla stima di quali potrebbero essere i danni cui potrebbe dare luogo l'insufficienza dell'opera, nel caso di superamento dell'evento di riferimento.

Indicata con P la probabilità di non superamento dell'evento, 1-P rappresenta la probabilità di superamento dell'evento stesso, la misura del rischio cui l'opera è esposta è quantificata dal tempo di ritorno TR, definito come:

$$TR = \frac{1}{1 - P}$$

Per il dimensionamento dell'opera, viene preso come riferimento il rischio RN di insufficienza (ovvero la probabilità che l'evento possa essere superato almeno una volta durante la vita tecnica dell'opera) in N anni, che misura la durata della vita dell'opera, in anni, per un definito Tr.

$$RN = 1 - P^N$$

In conclusione, con riferimento ai manuali di progettazione ANAS, si è posto che:

- Vita utile dell'opera > 50 anni
- Per le verifiche idrauliche delle acque di piattaforma si è utilizzato un tempo di ritorno TR di 50 anni.

## 5.2 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Per la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (t) dell'evento di pioggia in funzione del tempo di ritorno (TR) è stata investigata la legge probabilistica, fra quelle di Gumbel e log-normale, che meglio si adatta al campione di dati utilizzato. Lo studio ha rilevato il buon adattamento della legge di Gumbel stimandone i parametri a(T) e n(T) al fine di ottenere le curve segnalatrici nella forma:

$$h = a(T)t^{n(T)}$$

Per la definizione della curva di possibilità pluviometrica sono state utilizzate serie storiche di valori delle piogge intense massime annuali in questo caso, alla stazione pluviografica di Valle di Cadore da cui si sono ottenute le curve di possibilità climatica per differenti tempi di ritorno; il periodo d'osservazione va dal 1997 fino al 2020 (dati desunti dagli Annali Idrologici), in quanto prossima al bacino studiato ed avente serie storica di dati pluviometrici sufficientemente lunga.

La legge probabilistica adottata è stata quella di Gumbel e sono stati analizzati i massimi valori annuali di precipitazione della durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore.

$$h = u - \frac{\ln \left( -\ln \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \right)}{\alpha}$$

dove:

TR = tempo di ritorno

$$u = Y - \bar{Y}_N \cdot S_Y$$

$$\alpha = S_N / S_Y$$

$\bar{Y}_N$  = media ridotta

$S_N$  = deviazione standard ridotta

Y = media aritmetica delle massime altezze di pioggia osservate

Sy = scarto quadratico medio delle massime altezze di pioggia osservate.

Dalle elaborazioni dei dati di relativi alle piogge si sono ricavati i valori di a e n e le curve segnalatrici di possibilità climatica per i diversi tempi di ritorno TR assegnati.

TR25		TR50	
a	n	a	n
44.785	0.405	51.643	0.399

**Tabella 1 – Parametri a e n della curva di possibilità pluviometrica alla stazione di Valle di Cadore**

### 5.3 MODELLO AFFLUSSI-DEFLUSSI

Si tratta di modelli che consentono di determinare la risposta idrologica di un bacino (deflussi superficiali e/o sotterranei) in corrispondenza a input di pioggia predefiniti, attraverso la simulazione dei processi che intervengono nella trasformazione degli afflussi di pioggia in deflussi di piena.

Il Metodo della corrivazione (o Metodo Razionale) consente di valutare la portata di piena al colmo sulla base del tempo di corrivazione considerando per ogni sezione una durata critica della pioggia posta uguale al tempo di corrivazione. La durata di pioggia critica per il bacino (o tempo di corrivazione) si determina mediante la seguente formula:

$$t_c = t_e + t_r$$

Dove:

- $t_c$  è la durata critica di pioggia;
- $t_e$  è il tempo di entrata in rete, ossia il tempo massimo necessario alle gocce d'acqua per raggiungere la rete di drenaggio dal punto di caduta (il tempo di entrata è funzione, generalmente, della densità della rete di drenaggio e della natura delle superfici scolanti);
- $t_r$  è il tempo di traslazione lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo ("asta principale").

Il tempo di ingresso in rete  $t_e$  viene posto pari a 5 minuti per tenere in conto il forte effetto d'invaso che si ha all'inizio della precipitazione, mentre il tempo di traslazione  $t_r$  alla generica sezione può essere valutato con la seguente relazione:

$$t_r = \sum_{i=1}^N \frac{L_i}{V_i}$$

dove:

- N: numero dei tronchi della rete a monte della generica sezione, facenti parte dell'asta principale;
- $L_i$ : lunghezza del tronco i-esimo;
- $V_i$ : velocità del tronco i-esimo.

I dati idrologici di input sono i seguenti:

- tempo di pioggia  $t_p = 15$  minuti
- tempo di ritorno  $TR = 50$  anni

Nel caso in esame, date le caratteristiche delle superfici scolanti della rete di drenaggio e per mantenere un adeguato margine di sicurezza unitamente all'esigenza di adottare manufatti economicamente sostenibili, si è ricavato il seguente valore medio del tempo di corrivazione, indipendente dalle singole superfici:

$$t_{c50} = 10 \text{ minuti (0,17 ore)} \qquad i_{c50} = 128.41 \text{ mm/h}$$

Nel presente studio, si è adottato lo ietogramma costante, dedotto dalla curva segnalatrice di possibilità pluviometrica con l'ipotesi che l'andamento temporale dell'intensità di pioggia sia costante per tutta la sua durata:

$$i = a \cdot t^n / t = a \cdot t^{n-1}$$

Il valore della portata al colmo dell'idrogramma di piena è stato ottenuto applicando la relazione generale del metodo della corrivazione (formula razionale):

$$Q_c = 2.78 \cdot \varphi \cdot i \cdot S = 2.78 \cdot \varphi \cdot a \cdot t_c^{n-1} \cdot S$$

dove

- $Q_c$  è la portata di picco espressa in [l/s], il coefficiente d'afflusso,
- $i_c$  l'intensità critica di pioggia [mm/ora],
- $S$  la superficie del bacino scolante [ha].

Un parametro utilizzato, derivante dalle grandezze e dalle relazioni appena esposte, è il coefficiente udometrico (portata di picco per unità di superficie scolante) calcolabile come

$$u(t) = 2.78 \cdot \varphi \cdot a \cdot t_c^{n-1}$$

Il coefficiente di deflusso ( $\varphi$ ), rapporto tra l'afflusso e il deflusso attraverso la sezione di chiusura, è funzione del grado di permeabilità delle aree interessate:

Piattaforma Ovest = 0.9

Piattaforma Est = 0.9

Il calcolo dei coefficienti udometrici  $u$  per le aree drenate porge:

**Piattaforma Ovest = 375 l/s/ha**

**Piattaforma Est = 375 l/s/ha**

Tale calcolo non considera l'effetto di laminazione delle portate per il volume di invaso degli invasi superficiali e delle opere di drenaggio (tubazioni, pozzetti), poiché le limitate lunghezze e dimensioni delle

opere e principalmente l'elevato coefficiente di deflusso ( $\varphi=0.9$ ) comportano un immediato e più gravoso afflusso nella rete drenante, rendendo inefficace l'effetto di laminazione.

Il dimensionamento dei collettori di raccolta delle acque di piattaforma è stato effettuato, articolato per i diversi tratti principali, in cui è suddiviso dalle pendenze stradali, applicando il coefficiente udometrico di  $Q=375$  l/s/ha alle superfici effettivamente drenate.

Nelle pagine seguenti sono sintetizzate, in apposite tabelle, le analisi idrauliche per il dimensionamento di canalette e tubazioni di ogni singolo bacino. Per quanto riguarda la posizione e le quote delle tubazioni, delle canalette e delle vasche si rimanda ai rispettivi elaborati di dettaglio.

#### **5.4 DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI DEI COLLETTORI**

La verifica delle condotte viene effettuata ipotizzando che ciascun tratto di collettore sia percorso tutto dalla stessa portata e in condizioni di moto uniforme, utilizzando la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = A K_s R_H^{2/3} i^{1/2}$$

dove:

- Q = portata;
- A = sezione liquida;
- $K_s$  = coefficiente di Strickler;
- $R_H$  = raggio idraulico;
- i = pendenza longitudinale.

Fissati il coefficiente di scabrezza  $K_s$  e la pendenza longitudinale i, si è in grado, con la formula precedente, di determinare la combinazione di diametro e grado di riempimento che danno luogo ad una portata Q pari a quella massima di progetto calcolata con il metodo razionale.

La verifica per il dimensionamento dei collettori viene effettuata ipotizzando che ciascun tratto di collettore sia percorso dalla medesima portata in condizioni di moto uniforme, utilizzando quindi la formula di Gauckler-Strickler precedentemente riportata. Il dimensionamento dei collettori si basa sul calcolo della portata di deflusso generata dall'evento di pioggia mediante il "Metodo razionale", la cui descrizione è riportata nel paragrafo precedente.

**Per la raccolta delle acque di piattaforma sono stati adottati collettori in PEAD SN8 DN250.** Per semplicità ed economicità di realizzazione è stata adottata, dove possibile, una pendenza longitudinale pari a quella della livelletta stradale cercando di contenere il più possibile i tratti in contropendenza.

Fissati il coefficiente di scabrezza  $K_s$ , la pendenza longitudinale  $i$  e calcolando la massima portata  $Q$  di progetto affluente a ciascun collettore drenante le rispettive superfici stradali, si verificano le condizioni di deflusso all'interno delle condotte in termini di riempimento e velocità. La formula impiegata è quella di Gauckler-Strickler per il moto uniforme.

Il valore assunto del coefficiente di scabrezza secondo Strickler è pari a  $K_s=80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per le tubazioni in PeAD previste (valore cautelativo per tubazioni in uso corrente).

Si ottiene quindi, per ciascun collettore analizzato:

Condotta	Superficie drenata (mq)	DN (mm)	L (m)	$i$ (%)	Q (l/s)	V (m/s)	Massimo riempimento (%)
<b>PIATTAFORMA EST</b>							
<b>DX-07</b>	295	250	47	3,55	<b>11,06</b>	1,48	23
<b>DX-07.1</b>	325	250	17	1,00	<b>12,19</b>	0,98	33
<b>DX-08</b>	880	250	31	3,84	<b>33,00</b>	2,11	40
<b>SX-06 (P72-P75)</b>	430	250	51	0,55	<b>16,13</b>	0,86	46
<b>SX-06 (P75-P76)</b>	754	250	22	5,30	<b>28,28</b>	2,27	34
<b>SX-06.1</b>	165	250	14	3,43	<b>6,19</b>	1,25	17
<b>PIATTAFORMA OVEST</b>							
<b>DX-01 (P114-P112)</b>	273	250	46	1,10	<b>10,24</b>	0,98	30
<b>DX-01 (P111-P112)</b>	89	250	23	0,45	<b>3,34</b>	0,51	21
<b>DX-02 (P105-P107)</b>	275	250	28	0,89	<b>10,31</b>	0,90	32
<b>DX-02 (P110-P107)</b>	385	250	38	1,29	<b>14,44</b>	1,13	33
<b>SX-01</b>	1.550	250	132	1,14	<b>58,13</b>	1,49	81

Tabella 2 – Verifica delle condizioni di deflusso dei collettori in progetto, TR=50 anni

## 5.5 CALCOLO DEL VELO IDRICO SULLA PIATTAFORMA STRADALE

La relazione utilizzata per il calcolo del velo idrico sulla piattaforma stradale è quella proposta dal Road Research Laboratory del Regno Unito:

$$y = 0.0474 (L j)^{0.5} i_L^{-0.2}$$

dove

- $y$  rappresenta l'altezza del velo liquido in [mm],
- $j$  l'intensità di precipitazione riferita alla durata di pochi minuti ed espressa in [mm/ora],
- $L$  la lunghezza del percorso dell'acqua in [m],
- $i_L$  la pendenza della strada lungo la linea della corrente.

La pendenza  $i_L$  e la lunghezza  $L$  del percorso della corrente sono legate alla geometria del sistema dalle seguenti relazioni:

$$L = b \left[ 1 + \left( \frac{i}{i_t} \right)^2 \right]^{0.5}$$

$$i_L = (i_t^2 + i_l^2)^{0.5}$$

dove

- $b$  è la larghezza della sede stradale in [m],
- $i_t$  la pendenza trasversale della strada
- $i_l$  la pendenza longitudinale della strada.

L'applicazione numerica della relazione viene eseguita con riferimento alla durata critica di pioggia (assunta pari al tempo di corrivazione del bacino scolante considerato) di 10 minuti. Considerare un tempo di corrivazione inferiore invalida il modello di calcolo dove  $T_0=10$  minuti (tempo di arrivo in fogna), non conduce a risultati completamente diversi (nella formula l'intensità di pioggia è sotto radice quadrata), ma induce valori di intensità di pioggia poco attendibili, considerato il numero di dati pluviometrici disponibili per durate inferiori ai 10 minuti. Per la determinazione dell'intensità di pioggia si utilizzano i parametri delle curve di possibilità pluviometrica corrispondenti ad un tempo di ritorno di 50 anni ( $a = 51.643$ ;  $n = 0.399$ ). Riguardo alle pendenze della piattaforma stradale, con riferimento alla situazione di progetto, si ottiene per le superfici della piattaforma Ovest:

- $i_l = 0.011$
- $i_t = 0.035$
- $j = 51.643 (10/60)^{0.399-1} = 151.59$  mm/ora
- $L = 13.30$  m
- $y = 5.25$  mm

Per le superfici della piattaforma Est si ottiene:

- $i_l = 0.03$
- $i_t = 0.02$
- $j = 51.643 (10/60)^{0.399-1} = 151.59$  mm/ora
- $L = 7.60$  m
- $y = 3.24$  mm

I valori ottenuti consentono di scongiurare pericolosi fenomeni di accumulo dell'acqua sulla piattaforma stradale garantendo, quindi, gli abituali standard di sicurezza.

## 5.6 DIMENSIONAMENTO DEGLI ELEMENTI DI DRENAGGIO

### 5.6.1 DEFLUSSO IDRICO E INTERASSE SCARICHI

Il calcolo del deflusso idrico al margine stradale viene eseguito considerando una sezione di deflusso triangolare per la cunetta alla francese prevista.

Dividendo il valore della massima portata transitabile in cunetta per la portata drenata, valutata mediante il metodo di corrivazione, si ottiene l'interasse tra gli scarichi. Tale interasse deve essere tale per cui gli elementi di raccolta (embrici e caditoie) siano in grado di smaltire la totalità della portata in arrivo, come illustrato nei successivi paragrafi. Il moto che si instaura viene assimilato a moto uniforme, con riferimento alla portata  $Q$  che compete alla sezione terminale del tratto compreso tra due scarichi. Indicando con:

- $A$  [ $m^2$ ] e  $R$  [ $m$ ] rispettivamente area e raggio idraulico della sezione;
- $i$  [ $m/m$ ] la pendenza longitudinale del ciglio;
- $k_s$  [ $m^{1/3}/s$ ] il coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler

si ha:

$$Q_{max} = A K_s R^{2/3} i^{1/2}$$

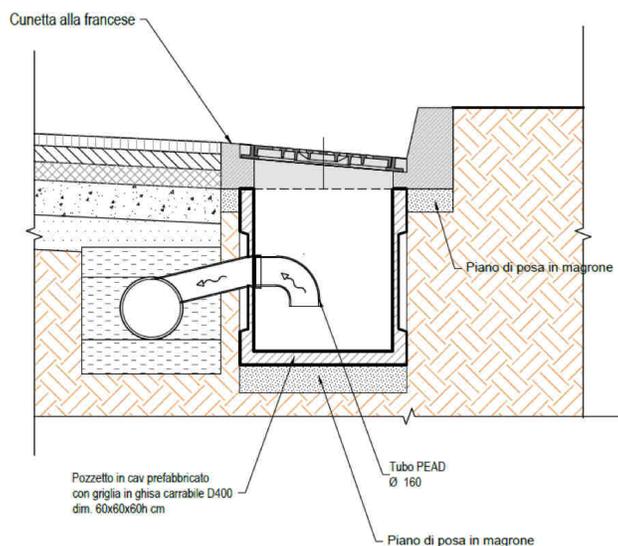


Figura 5 – Sezione tipologica di cunetta alla francese

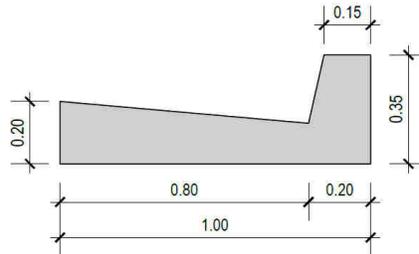
Considerando la geometria della sede stradale e ipotizzando un allagamento della sede stradale che interessa l'intera banchina, si ottiene:

- la massima portata drenata dalla piattaforma  $Q_{max} = 375 \text{ l/sec/ha} \cdot 13.30\text{m} \cdot 1\text{m}/10.000 \text{ m}^2 = 0.50 \text{ l/sec/m}$ ;
- la massima portata convogliata dalla cunetta, delle dimensioni in figura, con pendenza del 1.15%, è pari a:  $Q_{max} = 25 \text{ l/sec}$  (al colmo con  $h=0.07 \text{ m}$ ).

Dividendo il valore della massima portata transitabile in cunetta  $Q_{max}$  per la portata drenata, si ottiene l'interasse tra gli scarichi:

- interasse =  $25 \text{ l/sec} : 0.50 \text{ l/sec/m} = 50 \text{ m}$

L'interasse adottato dai progettisti per l'intera tratta è pari a circa 23 m, tale per cui gli elementi di raccolta sono in grado di smaltire la portata in arrivo con elevato coefficiente di sicurezza. Per  $Q=0.50 \text{ l/sec/m} \cdot 23 \text{ m}=11,5 \text{ l/sec}$  cui corrisponde un tirante di circa 5,2 cm, con riempimento del 55% e capacità di smaltimento pari a  $11,5 \text{ l/s} : 25 \text{ l/s} = 46\%$  di quella massima al colmo.



**Figura 6: Tipologico della cunetta alla francese prevista a lato del tracciato di progetto**

h	A	C	R	Q	V
<b>0.000</b>	0.000	0.000	0.000	<b>0.000</b>	0.000
<b>0.005</b>	0.000	0.090	0.002	<b>0.000</b>	0.126
<b>0.010</b>	0.001	0.181	0.004	<b>0.000</b>	0.200
<b>0.015</b>	0.002	0.271	0.006	<b>0.000</b>	0.262
<b>0.020</b>	0.003	0.361	0.008	<b>0.001</b>	0.317
<b>0.025</b>	0.004	0.452	0.010	<b>0.002</b>	0.368
<b>0.030</b>	0.006	0.542	0.012	<b>0.003</b>	0.416
<b>0.035</b>	0.009	0.632	0.014	<b>0.004</b>	0.461
<b>0.040</b>	0.011	0.723	0.016	<b>0.006</b>	0.504
<b>0.045</b>	0.014	0.813	0.018	<b>0.008</b>	0.545
<b>0.050</b>	0.018	0.903	0.020	<b>0.010</b>	0.585
<b>0.055</b>	0.021	0.994	0.022	<b>0.013</b>	0.623
<b>0.060</b>	0.026	1.084	0.024	<b>0.017</b>	0.660
<b>0.065</b>	0.030	1.174	0.025	<b>0.021</b>	0.697
<b>0.070</b>	0.035	1.264	0.027	<b>0.025</b>	0.732

**Tabella 3 – Verifica delle condizioni di deflusso della cunetta alla francese in progetto**

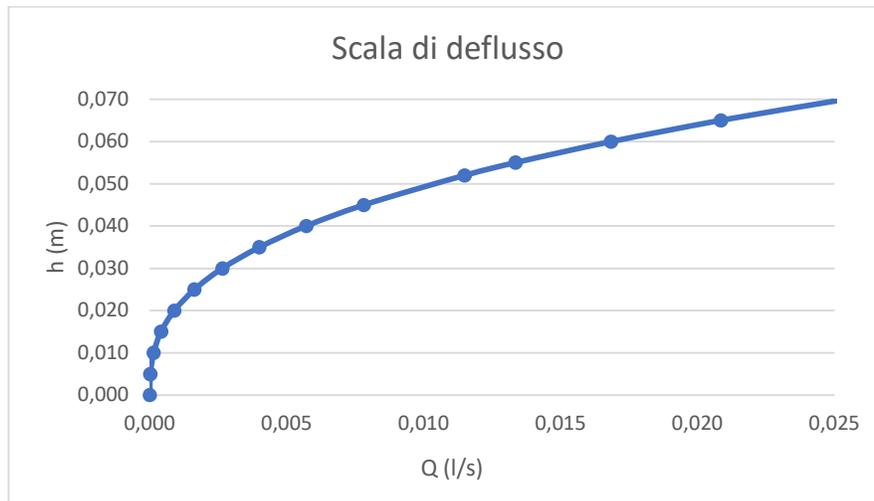


Figura 7 – Scala di deflusso (h-Q) della cunetta alla francese di progetto

Bisogna quindi verificare se la portata di  $Q = 0.50 \text{ l/sec/m} \times 23.0 \text{ m} = 11,5 \text{ l/sec}$  può essere scaricata attraverso la griglia delle caditoie.

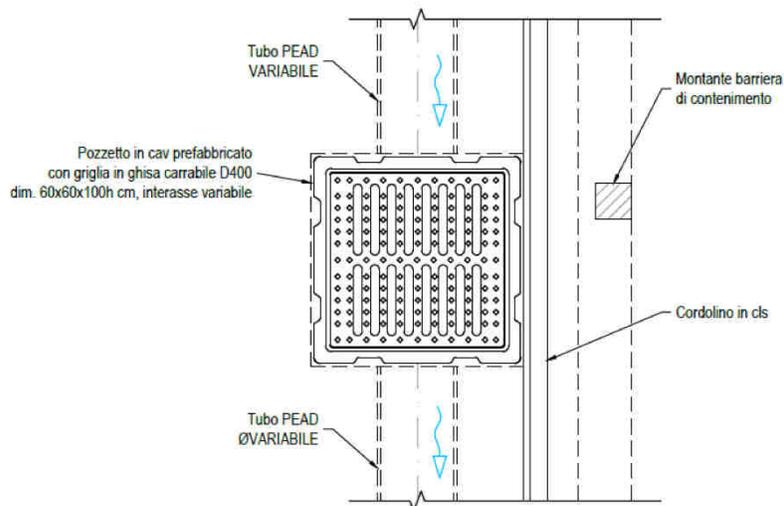
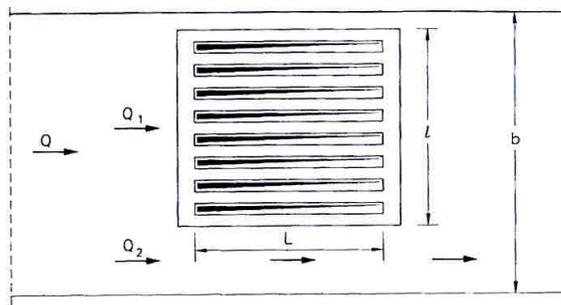


Figura 8 – Particolare costruttivo delle caditoie stradali di progetto

La portata  $Q$  in arrivo verso la caditoia si suddivide in una  $Q_1$  che viene intercettata e una  $Q_2$  che prosegue superando la griglia. Tale scenario si verifica quando la velocità di afflusso  $v$  sia maggiore del valore limite  $v_0$  della caditoia in esame, valore al di sopra del quale una parte della portata oltrepassa la grata. Tale valore  $v_0$  dipende dalla lunghezza della grata  $L$  e dalla sua configurazione.



**Figura 9: Schematizzazione della caditoia ai fini del calcolo delle portate intercettate**

Per il calcolo di  $v_0$  esistono anche formule ottenute dall'elaborazione di rilievi sperimentali:

- per grate a barre perpendicolari alla direzione della corrente:  $v_0 = 1,86L^{0,79}$
- per grate a barre parallele alla direzione della corrente:  $v_0 = 2,54L^{0,51}$

Di seguito si riportano le caratteristiche delle caditoie di progetto:

Lunghezza caditoia	0,50 m
Larghezza caditoia	0,50 m
Area libera luce	0,20 m <sup>2</sup>
$v_0$	1,13 m/s

Confrontando il valore  $v_0$  con la velocità di afflusso calcolata precedentemente per la cunetta, pari a circa 0,73 al massimo riempimento di 0,07 m, si trova che  $v_0 > v$  e che, dunque, la portata in ingresso viene integralmente catturata dalla grata in progetto.

## **5.7 SCARICHI DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA E DI VERSANTE**

Per quanto riguarda i contributi delle acque meteoriche, l'infrastruttura in oggetto, prevede in effetti un contributo molto modesto al deflusso superficiale, essendo la maggior parte dell'intervento realizzata in sotterraneo dove:

- Le acque potenzialmente inquinate da sversamenti accidentali vengono raccolte come descritto in precedenza e non vanno ad interferire con corpi idrici recettori o reti di smaltimento esistenti;
- Le acque pulite di infiltrazione della galleria, vengono raccolte in modo separato ed incanalate verso i sistemi di smaltimento, a loro volta. Tali contributi sono del tutto trascurabili rispetto alle

quantità generate dall'evento meteorico critico per le aree all'aperto.

Per quanto riguarda i contributi meteorici, come riportato in precedenza, essi sono stati quantificati, per tempi di ritorno di 20, 50, 100 e 200 anni, con riferimento ad entrambi i versanti, sia per il contributo delle acque di versante che per le acque generate dalla piattaforma.

### 5.7.1 ASPETTI QUANTITATIVI

Le acque di versante raccolte e drenate mediante le canalette di progetto verranno convogliate ai rispettivi recapiti all'imbocco Est e all'imbocco Ovest, unendosi alle portate raccolte attraverso la rete di smaltimento delle acque di piattaforma. Tutte le acque meteoriche raccolte saranno quindi scaricate:

- Imbocco Ovest: attraverso gli scoli disperdenti posti lungo le terre armate del versante di valle;
- Imbocco Est: verso la rete fognaria comunale esistente, con separazione tra le acque bianche e miste, a monte dell'immissione come futura predisposizione in vista dell'eventuale realizzazione di una condotta di scarico addizionale verso il torrente Boite (cosiddetta condotta "Zoval").

Nella tabella seguente sono riportate sinteticamente le portate raccolte e i rispettivi recapiti di progetto

Bacino	Recapito finale	Portate drenate	TR20	TR50	TR100	TR200
			Qmax (m <sup>3</sup> /s)			
IMBOCCO OVEST	Scoli disperdenti su terre armate	Q versante	0.04	0.09	0.14	0.21
		Q piattaforma	0.06	0.10	0.14	0.20
IMBOCCO EST	Fognatura bianca comunale	Q versante	0.13	0.15	0.22	0.27
		Q piattaforma	0.09	0.12	0.18	0.23

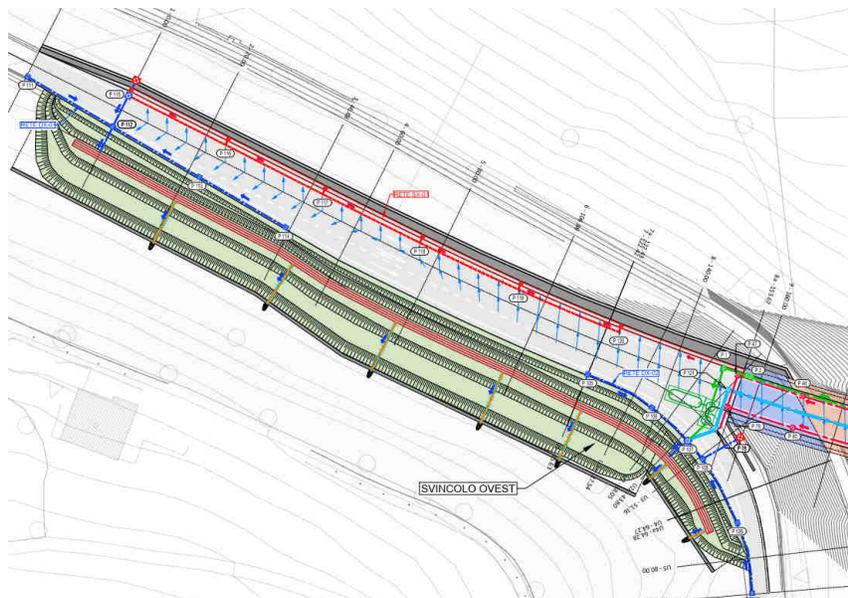
**Tabella 4 - Portate di versante e di piattaforma ai rispettivi recapiti, TR=20, 50, 100 e 200 anni**

E' chiaro che i contributi di versante risultano in invarianza totale, rispetto allo stato di fatto, dove si verifica il seguente meccanismo di deflusso:

- **Sul lato Ovest:** le acque di versante non sono regimate sul versante di monte per cui tendono a percolare in modo naturale e distribuito verso valle attraverso la piattaforma stradale. Non esiste nell'area un corpo idrico recettore, né un semplice impluvio naturale, a valle della viabilità, per cui l'acqua tende in modo naturale a ruscellare verso il fondovalle occupato dal torrente Boite.
- **Sul lato Est:** allo stato attuale il versante risulta raccolto da un impluvio naturale che risulta intubato in corrispondenza della parte di Viale Dolomiti, a monte della futura paratia. A partire da quel punto, è presente un collettore di smaltimento che drena direttamente nel sistema fognario municipale delle acque miste, situato sulla SS 51.

In stato di progetto lo scenario è il seguente:

- **Sul lato Ovest:** avviene una raccolta delle acque regimate dalla canaletta di testa della paratia, con in corrispondenza della sezione 0 dell'intervento di progetto, con una redistribuzione poi verso valle, attraverso una canaletta intermedia sulla berma intermedia, che consente un rilascio distribuito verso valle, ripristinando il meccanismo attuale.



**Figura 10 – Sistema di regimazione – Lato Ovest**

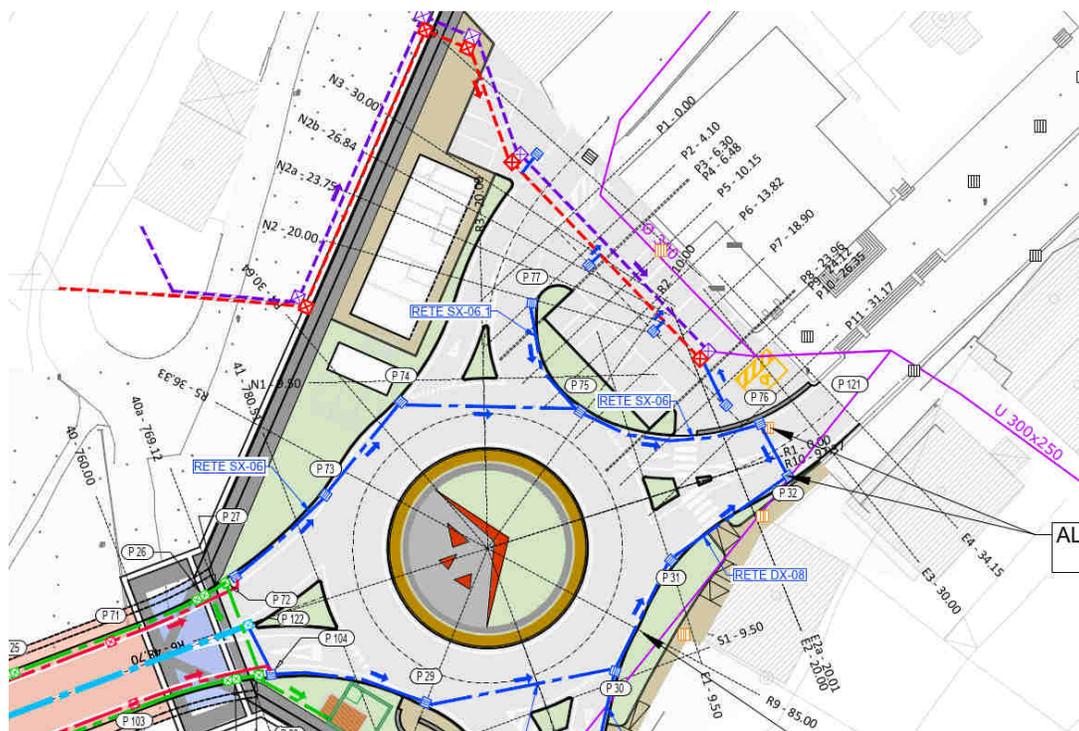
- **Sul lato Est:** il collettore esistente 600 x 700 mm, viene intercettato appena a monte della paratia; quindi viene realizzando un by-pass compatibile con le nuove opere, che va ad innestarsi nella rete di smaltimento esistente, in corrispondenza del punto di innesto attuale.

La soluzione di progetto prevede una doppia tubazione di by-pass

- a) Tubazione PEAD DN630 per intercettazione delle acque bianche dal versante;
- b) Tubazione Acciaio DN200 per l'allaccio della fognatura nera dell'utenza dell'edificio Via Dolomiti n°7.

Entrambe le tubazioni verranno deviate in parallelo in modo compatibile con le nuove opere di progetto fino ad andare a confluire nel sistema fognario misto, in posizione antistante il Municipio.

Le due tubazioni vengono mantenute separate, in ottemperanza ad una specifica prescrizione di **BIM Belluno Infrastrutture**, al Progetto Definitivo, che richiede la separazione dei due flussi, in modo da poter gestire in modo distinto le acque bianche, di origine meteorica, dalle nere, rispetto all'ingresso in fognatura. Il presente Progetto Esecutivo intende ottemperare alla richiesta prevedendo la predisposizione per un futuro scarico delle acque bianche, distinto dall'attuale rete fognaria mista.



**Figura 11 – Sistema di regimazione e intercetto acque di verante – Lato Est**

Per quanto riguarda le acque di piattaforma invece, vale la valutazione di invarianza idraulica che è stata esposta nel Capitolo 6, e che evidenzia contributi aggiuntivi davvero minimali (rispettivamente 2,10 l/sec e 16,80 l/sec) rispetto allo stato attuale, per tempi di ritorno che possono essere paragonabili a quelli di progetto per la rete fognaria (TR = 50 anni).

Nel caso del versante Ovest, il contributo aggiuntivo di pochi litri al secondo, viene disperso lungo il versante di valle in modo diretto sul lato esterno, o attraverso la cunetta alla francese sul lato interno, per poi essere convogliato insieme alle acque di versante nel modo descritto in precedenza.

Per quanto riguarda il versante Est, si considerano in questo caso due differenti scenari:

- a) Uno scenario definitivo, con l'avvenuta realizzazione da parte degli enti locali, della nuova condotta di scarico indipendente, denominata "Zoval", verso la quale verranno direzionati i flussi meteorici provenienti dal versante, allo scopo di non caricare la rete esistente;
- b) Uno scenario transitorio, prima della realizzazione della condotta stessa, qualora la realizzazione di quest'ultima dovesse avvenire in tempi successivi al completamento dell'appalto oggetto del presente Progetto Esecutivo.

Relativamente allo scenario definitivo, si riporta quanto previsto dall'ente gestore, all'interno della documentazione allegata al Progetto Definitivo: verrà costruita una condotta di scarico di lunghezza circa 650 m con punto di recapito verso il fondovalle. La realizzazione di tale opera, non risulta oggetto del presente Progetto Esecutivo, che in ogni caso ne tiene conto a livello di compatibilità delle scelte progettuali.



**Figura 12 – Ipotesi di progetto condotta "Zoval"**

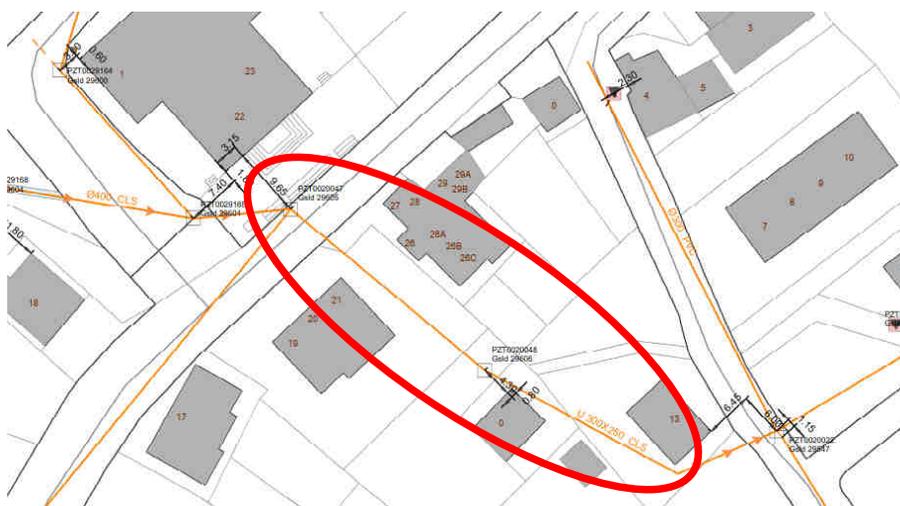
Per quanto riguarda il possibile scenario transitorio, in questo caso lo scarico delle acque bianche di versante, va a convergere su un collettore esistente che drena a valle della SS 51, avente le seguenti caratteristiche idrauliche:

- Sezione di deflusso circolare in cls 300 x 250 mm;

- Pendenza molto elevata verso valle, stimabile dalla cartografia nell'ordine del 11% (circa 9 m di dislivello su 78 m di lunghezza)

Non si hanno informazioni sul funzionamento idraulico attuale del collettore esistente, per cui è stata fatta una valutazione approssimativa della **capacità di smaltimento del collettore esistente, che risulta di circa 350 l/sec, per riempimenti del 90%.**

Tale valutazione consente di poter dire che il contributo aggiuntivo di circa 16,5 l/sec, derivante dalla piattaforma stradale pavimentata aggiuntiva, risulta trascurabile rispetto alla capacità di invaso del collettore.



**Figura 13 – Sistema fognario esistente – Lato Est con indicazione del collettore recettore 300 x 250 mm**

### 5.7.2 ASPETTI QUALITATIVI

Dal punto di vista qualitativo, ci si è posti il tema di adottare effettivamente, anche per i tratti all'aperto un sistema chiuso, dotato di sistema di raccolta e trattamento di Prima Piovra.

Dal punto di vista progettuale, la risposta che ci si è dati, è che tale presidio non risulti necessario, per un intervento di questo tipo, principalmente per queste ragioni:

- Le superfici scolanti adibite a sede stradale, aggiuntive rispetto all'esistente, sono molto limitate, come argomentato più volte nel presente documento;
- Allo stato attuale l'infrastruttura non risulta dotata in nessun tratto limitrofo, di sistema chiuso, ma piuttosto di sistemi aperti, quando non è del tutto priva di manufatti di allontanamento delle acque meteoriche;

- La realizzazione di un manufatto di raccolta e trattamento in corrispondenza delle due sezioni di chiusura, non risultano realizzabili se non incrementando in modo molto impattante le opere civili necessarie, avendo la necessità di realizzare piazzole di sosta per poter consentire l'accesso ai mezzi di manutenzione che la realizzazione degli impianti renderebbe necessari.

## 6 INVARIANZA IDRAULICA

### 6.1 INQUADRAMENTO GENERALE

Secondo il principio dell'invarianza idraulica, previsto dall'Allegato A della DGR 2948/09 "Modalità operative ed indicazioni tecniche relative alla valutazione di compatibilità idraulica per la redazione di strumenti urbanistici", per ogni intervento che trasformi la risposta idrologica del suolo (variazione del coefficiente di deflusso) deve essere prevista l'adozione di misure di mitigazione del rischio idraulico allo scopo di "trattenere le acque piovane per il tempo necessario a consentire un regolare smaltimento nella rete fognaria". In particolare, l'allegato introduce la seguente classificazione dimensionale degli interventi urbanistici in base alla quale scegliere il tipo di indagine idraulica da svolgere e le tipologie dei dispositivi da adottare (la superficie di riferimento è quella per la quale è prevista la modificazione di uso del suolo):

id	Classe di intervento	Definizione
0	Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
1	Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 ha e 1 ha
2	Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha e interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con Imp. < 0.3
3	Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con Imp. > 0.3

**Tabella 5: classificazione degli interventi urbanistici**

### 6.2 VERIFICA DELLE SUPERFICI DI INVARIANZA

Per quanto riguarda specificatamente le opere di progetto, è stato operato un calcolo delle superfici di drenaggio sottese alle opere, allo scopo di operare un raffronto rispetto alla situazione attuale (ante operam).

E' stato valutato che l'intervento in esame ricada nella classe 0, in quanto la nuova pavimentazione, al netto di quella esistente, interessa una superficie molto modesta in corrispondenza delle due aree di imbocco della galleria, escludendo chiaramente tutte le opere in sotterraneo che non contribuiscono alla formazione del deflusso superficiale.

Il sistema di smaltimento delle acque in galleria infatti, raccoglie due diverse tipologie di contributi, entrambi non significativi quantitativamente e non statisticamente correlati all'evento meteorico che interessa le aree esterne:

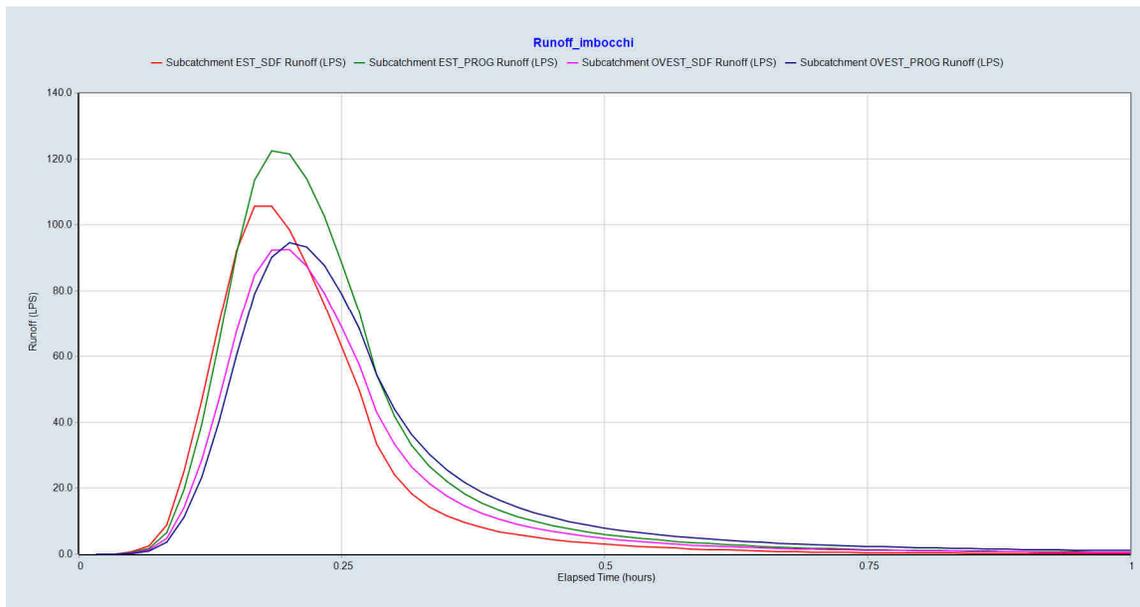
- Sistema di raccolta liquidi di sversamento potenzialmente inquinati / acque anti-incendio: si tratta di un sistema di raccolta che drena verso due vasche di raccolta, posizionati su ciascun imbocco, che non sono connessi alla rete idraulica esistente, in quanto i liquidi sversati vengono evacuati

tramite intervento ad hoc a seguito dell'evento incidentale.

- Sistema di raccolta delle acque di infiltrazione della galleria; raccoglie un contributo di portata del tutto trascurabile rispetto all'evento meteorico esterno, per cui il contributo rispetto alla rete di smaltimento esterna non viene considerato.

Per quanto riguarda l'unico evento significativo, cioè quello delle acque meteoriche esterne, è stato sviluppato quindi un calcolo di invarianza idraulica, considerando un tempo di ritorno di progetto pari a 50 anni, coerente con il calcolo dell'idraulica della nuova piattaforma stradale.

Nella figura seguente sono riportati i risultati relativi al calcolo numerico del deflusso per le superfici scolanti agli imbocchi Est e Ovest, confrontando la risposta idrologica allo stato di fatto e allo stato di progetto per la pioggia critica di breve durata e alta intensità.



**Figura 14: deflusso delle superfici scolanti agli imbocchi della galleria, stato di fatto e di progetto**

Nella tabella seguente si riportano le superfici impermeabilizzate allo stato di fatto e allo stato di progetto a confronto.

	<b>Stato di fatto</b>	<b>Stato di progetto</b>	<b>Incremento di portata</b>	<b>Incremento di volume utile</b>
<b>Sup. Impermeabili</b>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>m<sup>2</sup></i>	<i>l/s</i>	<i>m<sup>3</sup></i>
IMBOCCO EST	1.540	2.650	16,80	35
IMBOCCO OVEST	2.150	2.530	2,10	15

**Tabella 6: confronto delle coperture superficiali allo stato di fatto e allo stato di progetto**

Di fatto, considerando le forti pendenze, le ridotte superfici e le piogge intense e di breve durata, l'impermeabilizzazione prevista è da considerarsi poco rilevante, se non completamente trascurabile, rispetto allo stato di fatto, e quindi tali risultano anche i relativi incrementi di portata e di volumi scaricati. Gli interventi di progetto includono infatti un sostanziale aumento delle capacità di drenaggio e dei volumi complessivamente disponibili all'interno dei collettori, garantendo lo smaltimento di tutte le portate di pioggia verificato anche per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni e portate complessive di oltre 400 l/s. L'incremento di portata dovuto al modesto aumento di piattaforma scolante risulta perciò trascurabile. Ne consegue che l'invarianza idraulica è garantita compatibilmente con il sistema ricettore.

## 7 VASCHE DI ACCUMULO SVERSAMENTI ACCIDENTALI

Le soluzioni progettuali adottate sono volte ad assicurare la completa protezione ambientale del territorio con particolare riferimento alla salvaguardia dei recapiti finali. La raccolta e il controllo delle acque derivanti dalla piattaforma stradale in occasione di eventuali sversamenti accidentali costituiscono una problematica nell'ambito della progettazione stradale. Attualmente l'allontanamento delle acque piovane dalle infrastrutture stradali avviene essenzialmente attraverso tubazioni, canalette e fossi che a loro volta scaricano nei ricettori naturali.

Relativamente al drenaggio delle acque è necessario sottolineare la particolare importanza assunta dal problema legato alla gestione dei liquidi eventualmente sversati sulla piattaforma a seguito di incidenti coinvolgenti autocisterne, unitamente alla gestione delle acque meteoriche. Al riguardo si sottolinea che per le tratte in sotterraneo le acque scure risultano separate da quelle bianche praticamente sin dalla fonte. Nei tratti all'aperto invece, oltre a risultare assai difficile risolvere il problema (possibile concomitanza degli eventi critici), l'eventuale volontà di affrontarlo in modo sistematico canalizzando, invasando e trattando tutte le acque e i liquidi potenzialmente inquinanti comporterebbe un notevole dispendio di energie e di risorse sia in fase realizzativa che gestionale. Sulla base di dette considerazioni si sviluppa la volontà di procedere valutando precedentemente il grado di vulnerabilità delle aree limitrofe all'infrastruttura nei confronti di detto potenziale inquinamento e conseguentemente decidere il livello di intervento di salvaguardia da adottare. A tal fine risulta fondamentale localizzare i diversi corsi d'acqua e le falde ad alto grado di vulnerabilità stabilendo al contempo lo spessore e la permeabilità dei terreni, la permeabilità del substrato e la profondità delle falde.

### 7.1 PROTEZIONE AMBIENTALE

Gli invasi destinati al controllo ambientale degli scarichi, ovvero vasche di accumulo, devono far fronte all'ingresso di portate caratterizzate da un eccessivo carico inquinante non compatibile con i ricettori individuati e il loro scopo è principalmente quello di contenere e trattare i volumi in ingresso con alte concentrazioni di inquinanti, in particolare in occasioni di sversamenti accidentali.

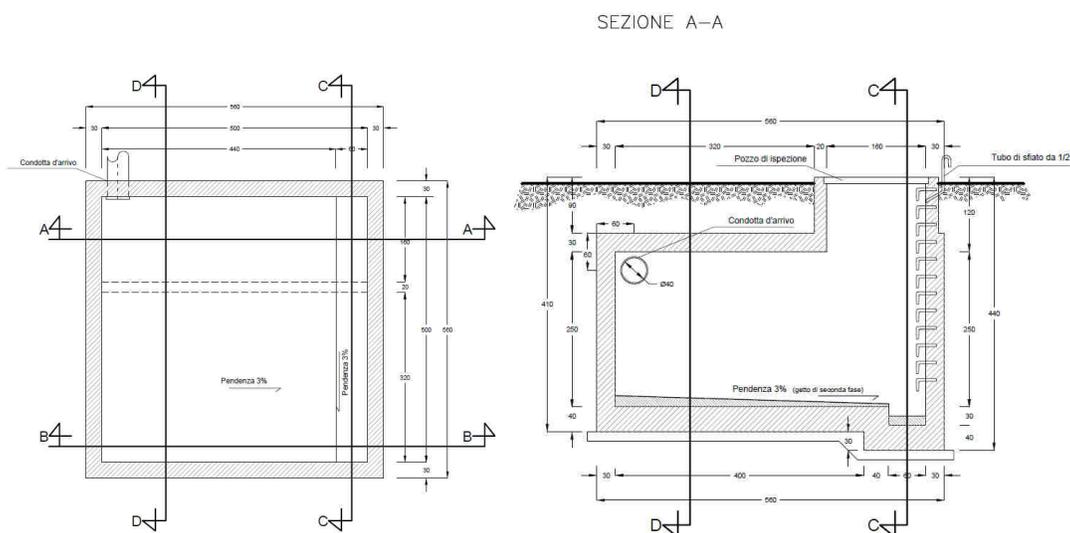
Riguardo al dimensionamento delle vasche, avendo gli attuali mezzi di trasporto carburante una capacità massima pari a 39'000 l, sono stati previsti due sistemi di ritenzione e trattamento, uno in corrispondenza di ciascun imbocco, di volume pari a 40 m<sup>3</sup>.

Allo scopo, in via cautelativa, verranno realizzati due manufatti gettati in opere di capacità di invaso massima pari a circa 50 m<sup>3</sup>, aventi dimensioni planimetriche interne di circa 5 x 5 m.

## 7.2 UBICAZIONE E FUNZIONAMENTO

La vasca di ritenzione sarà ubicata in corrispondenza di ciascun imbocco (Est e Ovest) dell'attraversamento, in particolare a lato della banchina di valle, e raccoglierà le portate derivate da eventuali sversamenti accidentali sulle rispettive superfici stradali servite.

Questi ultimi manufatti, non necessitano di dotazioni impiantistiche, essendo prevista l'evacuazione una tantum a svuotamento. Esse non risultano collegate alle reti di fognatura esistenti.



**Figura 15: Tipologico di impianto di accumulo per sversamenti**

Lo svuotamento dell'impianto dovrà essere effettuato da una ditta specializzata e autorizzata.

I criteri a base della progettazione dei sistemi di raccolta degli sversamenti accidentali si possono riassumere in:

1. Intercettare gli eventuali sversamenti;
2. Fare assumere al flusso in entrata una velocità tale da consentire la risalita in superficie degli olii e la sedimentazione dei solidi in sospensione;
3. Mantenere all'interno della vasca gli olii in superficie;
4. Limitare al minimo la necessità di interventi di manutenzione.

Le vasche sono state posizionate in luoghi accessibili dalla sede carrabile per permettere le operazioni di svuotamento, manutenzione ordinaria e straordinaria.

## 8 IMPATTO DELL'OPERA SULL'AMBIENTE IDRICO

L'analisi degli impatti sulla componente idrica del territorio interessato dall'infrastruttura in oggetto, individua, in fase di esercizio, nelle acque di piattaforma la fonte principale di un possibile peggioramento della qualità delle acque; le cause sono ascrivibili principalmente all'azione di dilavamento delle acque di pioggia sulla piattaforma stradale e intorbidimento delle stesse dovuto a particelle e solidi sospesi che possono contenere sostanze inquinanti rilasciate dagli scarichi degli autoveicoli che transitano nell'infrastruttura. Le acque contengono, specialmente nei primi minuti di pioggia, elevati contenuti di sostanze organiche affini all'asfalto e su di esso adsorbite, o altre semplicemente depositate (idrocarburi, IPA, metalli pesanti utilizzati come additivi per carburanti, residui delle gomme ecc.).

Altri impatti possono essere ricondotti all'alterazione della dinamica fluviale generata dalla presenza del viadotto e dei ponti nell'asta del corso d'acqua principale e all'interruzione della continuità del reticolo idrografico esistente per la presenza di opere d'arte minori quali canalette e tombini idraulici.

Relativamente alle acque sotterranee, i possibili impatti maggiori riguardano il rischio di contaminazione della falda superficiale che potrebbe verificarsi a seguito di sversamenti accidentali da parte dei mezzi transitanti sulla strada. In particolare, il rischio appare maggiore in corrispondenza di quelle porzioni di tracciato allo scoperto che si attestano su sedimenti quaternari (alluvioni, fasce detritiche e coni di deiezione) che presentano i maggiori coefficienti di permeabilità tra tutti i terreni affioranti, mentre i tratti in galleria si possono considerare sostanzialmente impermeabili.

Per la mitigazione degli effetti delle opere è previsto nel progetto un sistema di tipo "chiuso", che separi cioè le acque di sversamento, che necessitano di specifico trattamento, rispetto a quelle provenienti dai versanti dei rilevati o dai bacini esterni o dalle acque di pioggia afferenti alla sede stradale stessa. Nel presente progetto sono previsti 2 manufatti di ritenzione per contenere le acque nel caso di sversamenti accidentali. I volumi raccolti saranno successivamente prelevati e inviate a trattamento. Le acque di pioggia provenienti dai versanti e quelle interessanti la sede stradale sono raccolte e drenate mediante le reti di progetto e convogliate verso quelli che sono stati individuati come i corpi idrici recettori. I parametri delle acque in uscita saranno sottoposti a controllo periodico per la verifica del rispetto della normativa vigente in materia di scarichi, costituita dal D.Lgs 152/06 parte III sezione II inerente la tutela delle acque dall'inquinamento.